



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Odontología

Escuela Académico Profesional de Odontología

**Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas
acrílicas usadas en provisorios**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Michael Melvin LAURA REMIGIO

ASESOR

Abel ANGLAS MACHACUAY

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Laura M. Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisorios [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Académico Profesional de Odontología; 2016.

1087

89

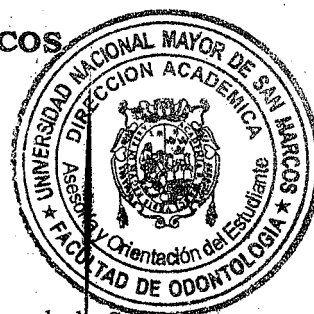
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

VICE DECANATO ACADÉMICO

UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE



ACTA

Los Docentes que suscriben, reunidos el veintinueve de agosto del 2016, por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista del Bachiller:

LAURA REMIGIO, Michael Melvin

CERTIFICAN :

Que, luego de la Sustentación de la Tesis « **ESTUDIO IN VITRO DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS ACRÍLICAS USADAS EN PROVISORIOS** » y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento: BUEHO, siendo calificado con un promedio de: Diecisiete 17
(en letras) (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los veintinueve días del mes de agosto del dos mil dieciséis.

PRESIDENTE DEL JURADO

Dra. C.D. Doris Elizabeth Salcedo Moncada

MIEMBRO

C.D. Arnaldo Alfredo Munive Degregori

MIEMBRO (ASESOR)

C.D. Abel Anglas Machacuay

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)
Criterios: Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Presidente: Dra. Doris Salcedo M.

Miembro: CD. Esp. Arnaldo Munive D.

Miembro (Asesor): CD. Abel Anglas M.

A Dios por la vida, por la salud y la familia.

A mi madre Doris por estar a mi lado siempre, apoyándome, enseñándome a seguir adelante.

A mi padre Juan de Dios por acompañarme en este camino y darme su apoyo.

A mi familia y amigos, por acompañarme y apoyarme en cada paso difícil y en cada momento feliz durante todo este tiempo.

A la UNMSM por ser mi hogar durante 6 años donde aprendí muchas cosas que de seguro perdurarán para toda la vida.

AGRADECIMIENTOS

Al CD. Abel Anglas, mi asesor, por su apoyo, paciencia y conocimientos dentro de las aulas, laboratorio y durante la realización de mi Tesis.

A la Dra. Doris Salcedo por su paciencia y tiempo para guiarme y apoyarme con la realización de este trabajo.

Al Dr. Arnaldo Munive por sus consejos para seguir mejorando.

Al Dr. Felipe Lozano con quien iniciamos este trabajo y por su amistad.

A Yuri Castro por su apoyo y orientación.

A la Dra. Teresa Evaristo por su tiempo y apoyo.

A los técnicos de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería por el apoyo durante el ensayo de dureza.

A Wendy Chacaltana por estar a mi lado apoyándome.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar y comparar la dureza superficial (Vickers) de tres resinas acrílicas utilizadas en la elaboración de provisorios, para lo cual se elaboraron 30 bloques cilíndricos (probetas) de 20mm de diámetro x 4mm de alto. Las probetas fueron divididas en tres grupos: 10 fueron elaboradas con la resina acrílica Vitalloy (PMMA), 10 con la resina acrílica Duralay (PMMA) y 10 con la resina acrílica Luxatemp Star (Bisacril). Las probetas fueron pulidas y almacenadas. Posteriormente se realizó el ensayo de dureza a cada probeta con un Durómetro de la marca Leitz (WETZLAR, Germany) en la que se aplicó una carga de 50 gr por 10 segundos. Producto de la carga se evidenciaron tres indentaciones en cada probeta las que finalmente fueron observadas en un microscopio de 40x. La dureza final de cada probeta se obtuvo del promedio de las tres medidas. Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SPSS 23.0. Se realizaron los estadísticos descriptivos, la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y la prueba U de Mann-Whitney para comparaciones múltiples. Los resultados mostraron que existen diferencias estadísticamente significativas en la dureza superficial de las resinas acrílicas. ($P < 0.05$). Se concluye que la resina Bisacrilica Luxatemp Star (17.48 HV) presentó mayor dureza superficial que las resinas acrílicas Vitalloy (15.28 HV) y Duralay (10.72 HV).

Palabras clave: Resinas acrílicas, PMMA, Bisacril.

SUMMARY

The aim of the study was to determine and compare the surface hardness (Vickers) of 3 acrylic resins used in the preparation of interim restorations. 30 cylindrical blocks (samples) with 20mm of diameter and 4mm height were elaborated. All the samples were divided into 3 groups: 10 specimens were prepared with acrylic resin Vitalloy (PMMA), 10 with acrylic resin Duralay (PMMA) and 10 with the acrylic resin Luxatemp Star (bisacryl). The specimens were polished and stored. The hardness testing to each specimen was performed with a Durometer Leitz (Wetzlar, Germany) and applied a load of 50 gr per 10 seconds. As a result three indentations were gotten in each specimen which was observed in a 40x microscope. The final hardness of each specimen was the average of these three measures. Data was analyzed using the statistical SPSS 23.0. Descriptive statistics, the nonparametric and U Mann-Whitney for multiple comparisons were performed. Statistically significant difference was found ($P < 0.05$) in the surface hardness of three acrylic resins. We conclude that the bisacryl resin Luxatemp showed higher surface hardness (HV 17.48) than Duralay resins (10.72 HV) and Vitalloy (15.28 HV)

Keywords: Acrylic Resin, PMMA, Bisacryl

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
II.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
2.1.	Área Problema	12
2.2.	Delimitación	13
2.3.	Formulación del problema	13
2.4.	Objetivos	14
2.4.1.	Generales	14
2.4.2.	Específicos	14
2.5.	Justificación.....	14
2.6.	Limitaciones.....	15
III.	MARCO TEORICO	16
3.1.	Antecedentes	16
3.2.	Bases Teóricas	23
3.2.1.	Resinas acrílicas	23
3.2.2.	Composición de las resinas acrílicas.....	23
3.2.3.	Reacción de fraguado	25
3.2.4.	Sistemas de polimerización.....	26
3.2.5.	Propiedades que influyen en la integridad de las resinas acrílicas.....	28
3.2.6.	Provisorios.....	33
3.2.7.	Requisitos de un provisional.....	34
3.2.8.	Tipos de materiales usados en la elaboración de provisorios	39
3.2.9.	Técnicas de elaboración de provisorios.....	45
3.2.10.	Resinas acrílicas que se emplearan en el estudio.....	48
3.3.	Definición de términos.....	51
3.4.	Hipótesis.....	52
3.5.	Operacionalización de Variables.....	52
IV.	METODOLOGÍA	53
4.1.	Tipo de investigación.....	53
4.2.	Población y muestra	53
4.2.1.	Población	53
4.2.2.	Muestra.....	53
4.3.	Procedimientos y Técnica de recolección de datos	53

4.4.	Procesamiento de Datos	55
4.5.	Análisis de Resultados	56
V.	RESULTADOS	56
VI.	DISCUSIÓN	61
VII.	CONCLUSIONES	64
VIII.	RECOMENDACIONES.....	65
IX.	BIBLIOGRAFÍA	66
X.	ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Molécula de metil metacrilato.....	23
Imagen 2: Forma de la Punta de los Indentadores	32
Imagen 3: exposición de dentina durante el tallado.....	35
Imagen 4: A. ajuste y contorno adecuado; B. Ajuste y contorno desadaptado....	36
Imagen 5: perdida de espacio interproximal por migración de diente tallado.	36
Imagen 6: áreas de conectores y sobrecontorneado.	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales de metacrilato y fabricantes para restauraciones fijas provisionales fabricadas a medida.....	41
Tabla 2: Los materiales de composite y fabricantes para restauraciones protésicas fijas provisionales fabricadas a medida.....	43
Tabla 3: provisionales de coronas y puentes resinas: muestras selectivas.....	43

LISTA DE TABLAS DE RESULTADOS

TABLA 1: Medidas de tendencia central para las resinas acrílicas usadas en provisorios.	56
TABLA 2: Prueba de normalidad Shapiro Wilk para los grupos de resinas acrílicas usados en provisorios.....	59

TABLA 3: Prueba de U de Mann-Whitney para las Resinas acrílicas Vitalloy y Duralay.....	60
TABLA 4: Prueba de U de Mann-Whitney para las Resinas acrílicas Luxatemp y Duralay	60
TABLA 5: Prueba de U de Mann-Whitney para las Resinas acrílicas Luxatemp y Vitalloy	61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Dureza media de las resinas acrílicas usadas en provisorios.....	57
FIGURA 2: Diagrama de cajas de los grupos de resinas acrílicas usados en provisorios.....	58

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Informe Técnico de Laboratorio	68
ANEXO 2: Informe de Temperatura y Humedad del SENAMHI.	71
ANEXO 3: Fotografías de las resinas acrílicas.	72
ANEXO 4: Fotografías de la elaboración de las probetas.....	73
ANEXO 5: Estadísticos Descriptivos.....	83
ANEXO 6: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks.....	84
ANEXO 7: Diagrama de Cajas de las resinas acrílicas.....	85
ANEXO 8: Prueba de Kruskal Wallis.....	85
ANEXO 9: Prueba U de Mann-Whitney.....	86

I. INTRODUCCIÓN

Las restauraciones provisionales en el tratamiento rehabilitador con prótesis fija (provisorios) son componentes vitales para el éxito del mismo. Estas deben cumplir varios requisitos y funciones estéticas, biológicas y mecánicas, en la cual, si estos provisorios se planifican para que permanezcan un tiempo prolongado en boca, será de mucha importancia mantener la integridad del mismo, es por eso que se estudian diferentes propiedades mecánicas para determinar cuantitativamente cuál se mantendría el mayor tiempo y así asegurar el éxito en el tratamiento rehabilitador.

Hay varios tipos de resinas acrílicas que se utilizan para elaborar provisorios. Estos son los metacrilatos de metilo, metacrilatos de etilo hasta los actualmente conocidos como bisacrílicos en la cual se evidencia mejoras tanto estéticas como mecánicas.

Para disminuir el tiempo en la consulta odontológica durante el tratamiento rehabilitador se elaboran directamente los provisorios a través de un encerado (wax up), para ello se utilizan resinas acrílicas autopolimerizables. Entonces es importante conocer las propiedades mecánicas de las resinas acrílicas como la dureza superficial, con la finalidad de determinar cuál de estas resinas acrílicas pueda mantener la integridad del provisorio durante un largo periodo de tiempo.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Área Problema

Las resinas acrílicas son polímeros muy utilizados en odontología restauradora, gracias a su fácil manipulación, bajo costo y excelente biocompatibilidad. Se emplean en la fabricación de dientes artificiales y provisorios, en bases de prótesis y como sellantes de puntos y fisuras

Los principales problemas con estos materiales eran las altas tasas de contracción en la polimerización (alrededor de 20 a 25%), la falta de estabilidad del color, rigidez limitada, la alta expansión térmica, y la falta de adherencia a la estructura dental.

En la actualidad con el desarrollo de los biomateriales y optimización de las propiedades físicas, biológicas y estéticas, ha habido un avance que ha sido reflejado en la adaptación clínica de los tratamientos restauradores con resinas acrílicas.

Las resinas acrílicas usados como provisorios en los tratamientos dentales de prótesis fija tienen como objetivo la sustitución de dientes perdidos, la protección de pulpa y preservación de la salud periodontal, la oclusión, y el mantenimiento de la eficiencia masticatoria.

Estos provisorios presentan generalmente una baja resistencia a la fractura, en particular cuando el paciente debe utilizarlos durante un período prolongado de tiempo, cuando el paciente tiene hábitos parafuncionales, o cuando está prevista una larga vida para este tipo de prótesis. El fracaso de estas restauraciones, resultantes de fracturas o pérdida de la integridad marginal, lleva a un gran inconveniente clínico, capaz de comprometer el éxito de la prótesis definitiva.

2.2. Delimitación

Actualmente encontramos una amplia variedad de materiales para la elaboración de provisorios, desde materiales convencionales a base de polimetilmetacrilato (PMMA), hasta los más usados actualmente a base de una resina bisacrilica.

Por esto el odontólogo debe conocer la gama de materiales usados en la elaboración de provisorios y las propiedades mecánicas de cada uno para que puedan seleccionar el mejor material para un plan de tratamiento específico. Aunque hay más de uno disponible comercialmente con el mismo grupo de resina de base, las propiedades varían dependiendo del tipo, la cantidad, la geometría y tamaño de las partículas de relleno, así como las propiedades de la matriz de polímero.

En situaciones clínicas los provisorios son sometidos a diversas cargas funcionales. Debemos de evaluar las diferentes propiedades mecánicas como resistencia a la compresión y resistencia a la tracción y la dureza superficial en el punto de resistencia a la carga aplicada con el fin de reducir la incidencia de perforación y predecir el mantenimiento de la integridad estructural de estas restauraciones durante un período específico de tiempo.

El objetivo de esta investigación fue analizar el comportamiento de la superficie del material, la mayor o menor dificultad de ser dañada o desgastada.

Una manera de evaluar este comportamiento es determinar la dureza superficial de las resinas acrílicas usadas en provisorios.

2.3. Formulación del problema

¿Cuál será la dureza superficial de las resinas acrílicas Vitalloy, Duralay y Luxatemp Star usadas en la elaboración de provisorios?

2.4. Objetivos

2.4.1. Generales

- Determinar y comparar la dureza superficial de las resinas acrílicas Vitalloy, Duralay y Luxatemp Star usadas en la elaboración de provisorios.

2.4.2. Específicos

- Determinar la dureza superficial de la resina acrílica Vitalloy.
- Determinar la dureza superficial de la resina acrílica Duralay.
- Determinar la dureza superficial de la resina acrílica Luxatemp Star.
- Comparar los Valores la dureza superficial de las resinas acrílicas Vitalloy y Duralay.
- Comparar los Valores la dureza superficial de las resinas acrílicas Duralay y Luxatemp Star.
- Comparar los Valores la dureza superficial de las resinas acrílicas Luxatemp Star y Vitalloy.

2.5. Justificación

A través de los años se han desarrollado diversos estudios de las diferentes propiedades físico-mecánicas de las resinas acrílicas, pero ninguna llegaba a una condición óptima de dureza, más allá de la estética, en relación al esmalte dentario.

En nuestro medio hay poca literatura, publicaciones sobre la nueva generación de resinas acrílicas, llámese a base de Polimetilmetacrilato, o Bisacril, esta

última que ha obtenido una alta difusión en los últimos años en lo que se refiere a la altas propiedades mecánicas y estéticas.

Es por eso que se considera necesario realizar la evaluación de dureza superficial de los materiales ya mencionados anteriormente, con la finalidad de brindar al clínico una razón fundamentada para la elección del material basada en esta propiedad.

2.6. Limitaciones

- Sólo se evaluará el trabajo in vitro, lo cual no permitirá evaluar otros factores influyentes, como la salivación ni movimientos mandibulares.

- Poca comercialización del producto en el Perú.

III. MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes

Rayyan M. et al. (2015) Compararon la estabilidad del color, absorción de agua, resistencia al desgaste, dureza superficial, resistencia a la fractura y la microfiltración de provisorios elaborados por CAD/CAM con los fabricados manualmente.

Obtuvieron replicas a partir de un tallado de primer premolar superior. Se elaboraron los provisorios y se dividen en los siguientes grupos: CAD / CAM bloques de polimetilmetacrilato (CC), resina acrílica autopolimerizable (AP), Resina Bisacrilica de automezcla (AM), y la resina termoplástica (TP). Después de la cementación, todos los especímenes se sometieron a ciclos térmicos y a fatiga dinámica. Las coordenadas de color CIE de laboratorio, se registraron antes y después de la inmersión en el café, té, cola carbonatada, y el vino tinto. La sorción de agua se evaluó mediante el uso de una técnica de inmersión. La resistencia al desgaste se midió en un dispositivo de abrasión de la superficie. La Microdureza Vickers se midió en muestras pulidas. Resistencia a la fractura se evaluó por la carga axial con una máquina de ensayo universal. La penetración del colorante marginal se evaluó mediante el seccionamiento de los provisorios después de la inmersión en azul de metileno.

El grupo CC demostró mejor estabilidad del color. Los provisorios CAD/CAM demostraron significativamente una baja absorción de agua, mayor resistencia al desgaste, alta dureza superficial, y más alta resistencia a la fractura ($1\,289 \pm 56\text{N}$) en comparación con el fabricado manualmente (AP = 996 ± 45 , AM = 899 ± 37 , y TP = 1179 ± 41). El examen de las muestras seccionadas estereomicroscópica demostró la ausencia de penetración del colorante en todas las muestras analizadas.

Concluyeron que las coronas provisionales elaboradas mediante CAD / CAM presentan propiedades físicas y mecánicas estables y se pueden usar para las restauraciones provisionales a largo plazo. ¹

Hendrick J. et al. (2015) Evaluaron el desgaste de tres resinas de laboratorio, cinco resinas bisacrílicas y dos resinas de metacrilato usados en la elaboración de provisorios sobre implantes. El desgaste de los tres cuerpos se midió en los periodos de un día, tres días, siete días, cuatro semanas y ocho semanas después del curado usando el dispositivo desgaste ACTA.

El desgaste aumento significativamente después de 8 semanas en comparación con el primer día de todos los materiales ensayados. El desgaste de las resinas de laboratorio Estenia C&B y Solidex fue significativamente menor en comparación con todos los demás materiales usados en la elaboración de provisorios sobre implantes. De los materiales de autocurado, la tasa de desgaste de la resina Protemp fue significativamente menor en comparación con los otros materiales usados para elaborar los provisorios sobre implantes. Los materiales a base de metacrilato, Temdent clásico y Trim, mostraron altas tasas de desgaste.

En base a los resultados de este estudio se prefiere el uso de resinas de laboratorio sobre las resinas de metacrilato cuando el provisorio tiene que estar durante un largo periodo de tiempo.²

Takamizawa T. et al. (2015) Determinaron las propiedades de flexión y comportamiento al desgaste por erosión de las resinas acrílicas usadas en provisorios, para ello usaron tres resinas bisacrílicas: 1) Protemp Plus (PP), 2) Integrity (IG), 3) Luxatemp Automix Plus (LX) y una resina convencional de metilmetacrilato (PMMA), Unifast III (UF). Una resina compuesta, Z100

(Z1), se incluyó como un material de referencia. Se elaboraron 12 muestras para cada material y se examinó el desgaste utilizando un modelo de simulación de desgaste. Los materiales de prueba fueron sometidos a 25.000, 50.000, 100.000 y 200.000 ciclos en un simulador de desgaste LeinfelderSuzuki (Alabama).

Los resultados demostraron mayor resistencia al desgaste de las resinas bisacrilicas ($p= 0,05$) en comparación con una resina de PMMA convencional. Las tasas de desgaste de resinas provisionales bis-acrilo probados parecían ser dependiente del material y el número de ciclos. La resina compuesta de referencia, Z1, exhibió las más altas propiedades de resistencia a la flexión y la menor cantidad de desgaste en la simulación de desgaste.³

Muley B. et al. (2014) Evaluaron las propiedades mecánicas de los provisorios después de almacenarlos en diferentes disolventes. Un total de 120 especímenes, 40 de Luxatemp Star, Revotec LC y DPI “self cure”, se dividieron a su vez en cuatro grupos de 10 especímenes cada uno Grupo I- Control, Grupo II- saliva artificial, Grupo III-0,02 N de ácido cítrico y el Grupo IV-heptano. Se realizó prueba de microdureza Knoop (10 gr/15 s). Encontrando diferencia significativa en la dureza obtenida en Luxatemp Star con Revotec LC y DPI almacenado en Acido Citrico y Heptano con los grupos controles

Se concluyó que los disolventes que simulan la dieta mostraron significativa influencia en las propiedades mecánicas de los provisorios.⁴

Savabi O. et al. (2013) Evaluaron la dureza y resistencia al desgaste de los materiales de restauración provisional, para esto elaboraron quince ejemplares idénticos de forma rectangular con dimensiones de 2 mm × 10 mm × 30 mm que se hicieron a partir de siete resinas acrílicas (TempRango, Protemp 3 Garant, Revotek, Unifast LC, Tempron, Duralay y Acropars). Se determinaron la dureza Vickers y desgaste abrasivo de los especímenes en condiciones secas y después de una semana de almacenamiento en la saliva artificial. Los datos fueron sometidos a las pruebas estadísticas Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación entre la dureza y el desgaste ($\alpha = 0,05$). Se obtuvieron como resultados que TempRango tuvo la mayor dureza. La resistencia al desgaste de TempRango (en estado seco) y Revotek (después del acondicionamiento en la saliva artificial) fue significativamente mayor ($P < 0,05$). No hubo correlación estadísticamente significativa entre el grado de desgaste y la dureza de los materiales ($p = 0,281$, $r = -0,31$).

La dureza y resistencia al desgaste de resinas acrílicas están relacionadas a la categoría del material y no hubo cambio significativo en la microdureza de los materiales provisionales probados después de 1 semana acondicionados en la saliva. ⁵

Khanna et al. (2013) Compararon la microdureza de los diferentes dientes de resina acrílica, se evaluaron veinte muestras de dientes posteriores de tres diferentes marcas que fueron grupo I: Livera (patentado intra tecnología de polímeros homogéneos), grupo II: acryrock (PMMA), grupo III: Endura (composite bisacryl), la dureza de cada capa de 20 dientes artificiales seccionadas para cada marca se determinó con un medidor de dureza Vickers con una carga de 300 gf-y tiempo de permanencia de 15 segundos. Obtuvieron que la microdureza de capas de esmalte de acryrock y livera

tenían las durezas significativamente inferiores a los de la capa de esmalte de Endura.⁶

Jo y et al (2011) compararon la dureza y la resistencia a la flexión de cinco resinas acrílicas utilizadas para la elaboración de prótesis fija provisionales, los materiales sometidos a este estudio fueron Revotek LC™ (UDMA), Protemp II™ (Bisacryl), Acry-lux V™ (PMMA) con monómero regular y monómero autocurado, DPI® (PMMA). Obtuvieron como resultado una mayor dureza la resina Acry-lux(PMMA) con monómero regular, seguido por Protemp II (bisacryl), Revotek (UDMA), Acry-lux(PMMA) con monómero de autocurado, DPI, en orden descendiente respectivamente.⁷

Hilgenberg et al. (2008) Evaluaron la rugosidad superficial y ángulo de contacto después de dos tipos de pulido y la dureza Vickers de tres resinas acrílicas (Duralay - G1, Dencrilay - G2 y Dencor - G3), todos de color 66, indicado para la elaboración de prótesis fijas provisional. Elaboraron especímenes discoidales de $20 \times 3 \pm 1$ mm de diámetro, cinco especímenes por grupo. Uno de los lados de las muestras se sometió a pulido estándar (piedra pómez), y el lado opuesto se pulió con puntas especiales. Se midieron los ángulos de rugosidad media y de contacto de los materiales. Las muestras fueron sometidas a la prueba de microdureza Vickers. Los ángulos de contacto obtenidos con el pulido estándar fueron equivalentes a los observados en el grupo de puntas especial. La microdureza de resinas G1 fue mayor y estadísticamente significativa comparado con G3.⁸

Akova et al. (2006) Investigaron los efectos de los líquidos que simulan los alimentos sobre las propiedades mecánicas de las restauraciones provisionales. Las muestras se fabricaron a través de moldes personalizados

y cada tipo se dividió al azar en cinco grupos ($n = 10$). Los grupos de prueba se acondicionaron durante siete días a 37 °C como sigue: agua, ácido cítrico 0,02 N, heptano y etanol 75% en solución acuosa. Los especímenes en el grupo de control se almacenaron a la temperatura ambiente en el aire. Estas resinas acrílicas: Dentalon Plus (DP), Protemp II (PII), Sistemp C&B (SCB) e Integrity (INTG) registraron como valor de dureza 5.7, 6.8, 6.8 y 9.9 KHN respectivamente en el grupo control. En soluciones de etanol y heptano, los especímenes de DP eran totalmente degradados. Para todos los materiales, los valores de Resistencia a la fractura (FS) y KHN fueron significativamente más bajos que sus grupos de control después de acondicionado en etanol. Después del acondicionamiento en heptano, la disminución de FS para la SCB y KHN para PII fueron estadísticamente significativas. Después del almacenamiento en ácido, KHN para PII y INTG fueron significativamente mayores que los controles y la disminución en FS para SCB y INTG fueron estadísticamente significativas.

Concluyendo que las propiedades mecánicas de las resinas acrílicas están fuertemente influenciadas por líquidos que simulan los alimentos.⁹

Campanha et al (2005). Evaluaron seis marcas de dientes de resina acrílica sometidos a inmersión en agua y esterilización por microondas.

Los dientes de la dentadura de resina acrílica (Dentron [D], Vipi Dent Plus [V], Postaris [P], Biolux [B], Trilux [T], y Artiplus [A]) fueron desgastados con papel de carburo de silicio de grano 1500 y pulido en una rueda de pulido en húmedo con una suspensión de óxido de estaño. Los ensayos de dureza se realizaron después de pulir (grupo de control, C), después del pulido seguido de 2 ciclos de esterilización por microondas a 650 W durante 6 minutos (MWS grupo), después de pulir seguido por 90 días de inmersión en agua (90 días Wim grupo), y después de pulir seguido de almacenamiento de 90

días en agua y dos ciclos de la esterilización de microondas (90 días Wim grupo 1 MWS). Para cada muestra, se hicieron ocho mediciones de dureza y se calculó la media. Los datos se analizaron con un análisis de dos vías de varianza seguido por el procedimiento Bonferroni para determinar cualquier significación entre pares de valores medios ($\alpha = .01$).

Se obtuvo que en las muestras sometidas a esterilización por microondas disminuyó significativamente ($P, 0,001$) la dureza de la resina acrílica P (17,8 a 16,6 VHN), V (18,3 a 15,8 VHN), T (17,4 a 15,3 VHN), B (16,8 a 15,7 VHN), y A (17,3 a 15,7 VHN). No se encontraron diferencias significativas en la dureza entre los grupos MWS, 90-días Wim, y Wim 1 MWS 90 días, con la excepción del grupo 90-día Wim 1 MWS que mostraron valores más bajos de medias significativas ($P, 001$) que el de 90 días Wim (15,8 VHN) y MWS (15,7 VHN). Concluyendo que para las muestras sumergidas en agua durante 90 días y dos ciclos de esterilización por microondas no tuvieron efecto en la dureza de la mayoría de los dientes de resina acrílica.¹⁰

Diaz A. et al (1999) Evaluó la microdureza de cinco materiales usados en prótesis provisionales Integrity, Protemp Garant y Temphase , los tres a base de Bisacryl y Jet, Temporary Bridge a base de PMMA, concluyendo que todos los materiales compuestos de resina bis-acrílica exhibieron microdureza superior sobre los de metilmetacrilato tradicional (Jet y Temporary Bridge).¹¹

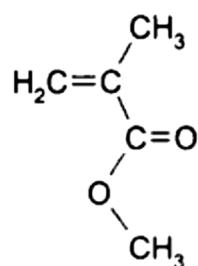
3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Resinas acrílicas

Las resinas acrílicas son derivados del etileno, siendo en realidad esteres de ácidos poliacrílicos. De forma esquemática se puede describir.

Etileno-> ácido acrílico- >ácido metacrílico-> metacrilato de metilo.

Imagen 1: molécula de metil metacrilato



Fuente: Vega del Barrio J. Materiales en Odontología: Fundamentos Biológicos, Clínicos, Biofísicos y Fisicoquímicos 1996

3.2.2. Composición de las resinas acrílicas

Composición del líquido

- Monómero: Metacrilato de metilo. Es el elemento reactivo principal.
- Inhibidor: Hidroquinona. Inhibe la polimerización espontánea del monómero al reaccionar con sus radicales libres en ausencia de iniciador. Se añade en pequeñas cantidades para facilitar el almacenamiento.
- Agente entrecruzador: dimetacrilato de etilenglicol. Facilita la formación de cadenas cruzadas mejorando las propiedades mecánicas finales.

- d. Activador químico: dimetacrilato para-toluidina. Se utiliza solo en las resinas acrílicas de autocurado y actúa activando el peróxido de benzoilo.
- e. Aceleradores: aminas terciarias aromáticas. Son aceleradores químicos de la polimerización y se suelen usar solo en resinas de autocurado.¹²

Composición del polvo

- a. perlas de polímero: polimetacrilato de metilo. Es el polímero del metil metacrilato, de alto peso molecular, triturado en forma de polvo, siendo su constituyente principal.
- b. Iniciador: peróxido de benzoilo. Es la fuente de radicales libres para iniciar la reacción de polimerización siendo previamente activado por la dimetil-p-toluidina o por el calor.
- c. Copolímeros: polimetacrilato de etilo, de vinilo, etc. Aumentan la solubilidad del polvo en el líquido, que sin ellos se haría lentamente.
- d. Polímeros de metacrilato de bajo peso molecular. Facilitan la solubilidad por el monómero y por tanto aceleran la plasticidad. Sin embargo, disminuyen el peso molecular final empeorando así las propiedades mecánicas.

Componentes opcionales

- a. Pigmentos: sulfuros y óxidos metálicos. Se pueden añadir para dar una mayor coloración o conseguir un veteado de la resina. Se presentan aparte y se añaden una vez realizada la mezcla.
- b. Sustancias fotosensibles. Funcionan como activadores químicos en caso de resinas fotopolimerizables. deben estar protegidas de la luz para evitar su activación.

- c. Plastificantes: ftalato de dibutilo. Facilitan y aceleran la manipulación debido a que aumentan la plasticidad de la masa. Sin embargo, deben añadirse en pequeñas cantidades, pues son solubles en agua, pudiendo por lo tanto alterar las propiedades de la resina a largo plazo.¹²

3.2.3. Reacción de fraguado

En el estudio de la reacción de fraguado de estos materiales, tenemos que tener en cuenta dos hechos: la reacción entre el monómero y el polímero al ponerse en contacto y la propia reacción de polimerización.¹²

Reacción entre el monómero y el polímero

Al ponerse en contacto el polvo y el líquido se produce una reacción física entre el monómero, presente en el líquido, y el polímero, presente en el polvo, que consiste en la solución parcial del polímero por el monómero para formar una masa plástica que pueda ser introducida en un molde. En esta reacción se identifican varias fases.

Fase 1: el monómero moja al polímero el cual se ablanda formando una masa fluida.

Fase 2: el monómero penetra en el polímero, comenzando a disolverlo en superficie. Este periodo se caracteriza porque la masa se vuelve elástica y adhesiva.

Fase 3: la masa se satura del polímero en solución, estando compuesta por partículas de polímero no disueltas suspendidas en una matriz de monómero saturado de polímero disuelto en él. Esta fase suele llamarse de estado plástico o gel, y se caracteriza porque la masa se vuelve blanda y plástica,

perdiendo la adhesividad y elasticidad del periodo anterior. En esta fase es cuando la mezcla tiene consistencia idónea para ser empacada en el molde.

Fase 4: ya no existe monómero, ya que desaparece por evaporación y por penetración en el polímero. La masa se vuelve cohesiva, elástica y rígida, no pudiendo ser moldeada en este periodo.¹³

En todo este proceso la activación de las moléculas da como resultado cadenas de tipo lineal, las cuales se disponen dentro de la materia de una forma más o menos desordenada. Sin embargo, es posible, con unas moléculas apropiadas llamadas agentes entrecruzadores, crear ramificaciones dentro de una cadena (cadenas ramificadas), e incluso cruzarlas (cadenas cruzadas). Una de las moléculas más utilizadas en odontología para producir cadenas cruzadas es el dimetacrilato de etilenglicol.¹⁴

Lógicamente el tipo de cadena influirá en las propiedades físicas del material ya que, al existir un mayor grado de entrecruzamiento, la unión se hará mediante fuerzas covalentes, de más alto valor energético que las simples atracciones secundarias que se generan entre dos cadenas de tipo lineal (fuerzas de van der Waals).^{12,14}

3.2.4. Sistemas de polimerización.

El polimetilmetacrilato presenta ligeras variaciones según el proceso empleado en su polimerización: termocurado, autocurado, polimerización al microondas y moldeado por inyección.

A. Polimetilmetacrilato termocurado. Generalmente se presenta en forma de dos componentes, polvo y líquido: El polvo, compuesto de microesferas de polímero polimetilmetacrilato transparentes o pigmentadas y con el 0,5% de

peso de iniciador, generalmente peróxido dibenzoico. Las propiedades mecánicas se pueden mejorar empleando copolímeros y metilmetacrilato con cloruro de vinilo y acetato de vinilo. El líquido, compuesto de monómero metilmetacrilato volátil transparente. Su punto de ebullición es de 100,3 °C, contiene el 0,01% de hidroquinona como estabilizador. Algunos materiales contienen hasta el 6% de agente entrecruzador, como el etilenglicoldimetacrilato (EGDMA). Algunos pueden contener 4-META, elemento que forma una unión química entre el acrílico y las aleaciones de los metales no preciosos para prótesis, disminuyendo así las tensiones entre los dos componentes y reduciendo el agrietamiento del acrílico.^{13,14}

B. Polimetilmetacrilato autopolimerizable. Se presenta comercialmente en forma de dos productos uno en forma de polvo y otro líquido: El polvo, formado por microesferas transparentes o pigmentadas de polímero de polimetilmetacrilato (generalmente más finas que las usadas en el acrílico termocurado) y el 0,5% de peso de peróxido dibenzoico como iniciador. Varios materiales incorporan 4-META como agente de promoción de la adhesión a los componentes metálicos especialmente de aquellos confeccionados en acero inoxidable, cromo-cobalto, cromo-níquel o aleación de plata. Los polímeros para bases de ortodoncia contienen generalmente el 5-20% de polietil o butilmetacrilato o en otros casos poliestireno o poli (2-etil-hexil-metacrilato). Estos polímeros se añaden para mejorar las propiedades antidesplome de estos materiales durante su manipulación. El líquido, compuesto de monómero de metilmetacrilato volátil transparente que contiene el 0,01% de hidroquinona como estabilizador y hasta el 2% de un activador químico como las aminas terciarias dimetil-p-toluidina o dihidroxi-p-toluidina. También pueden usarse como activadores los derivados del ácido sulfúrico.^{13,14}

C. Polimerización en microondas. El material es polvo de polimetilmetacrilato con peróxido dibenzoico como iniciador; y monómero de metilmetacrilato estabilizado con cantidades reducidas de amina terciaria como activador. Para la confección de las prótesis se emplean muflas (moldes) de elementos poliméricos reforzados con fibra y una escayola dental modificada. El procesado es más rápido y la base de la prótesis resultante contiene menos monómero residual y porosidades que la base tradicional termocurada. Por contra sólo se puede emplear para la confección de las prótesis que no tengan elementos metálicos.^{14, 15.}

D. Moldeado por inyección. La resina se presenta en forma de cartuchos de copolímero de metacrilato termoplástico rosa o transparente. Los cartuchos son calentados para convertir el copolímero en una masa plástica que se inyecta en el molde o mufla por medio de dióxido de carbono a una presión de diez atmósferas, y la presión se mantiene hasta que el copolímero se ha enfriado.^{16,14}

3.2.5. Propiedades que influyen en la integridad de las resinas acrílicas.

➤ Módulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido, en cambio un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible.^{17,18,19}

➤ Resistencia al desgaste

Es la capacidad que poseen las resinas acrílicas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental. Esta deficiencia no tiene efecto perjudicial inmediato pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones disminuyendo la longevidad de las

mismas. Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como de la localización de la restauración en la arcada dental y las relaciones de contacto oclusales. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina tendrá menor abrasividad.^{20,21,17}

➤ Resistencia a la fractura

Es la tensión para provocar una fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno. Las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación.^{22,23}

➤ Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión indica la habilidad demostrada por un material para resistir presiones verticales, siendo una propiedad mecánica importante para las resinas compuestas, pues se sabe que durante el acto masticatorio las fuerzas que son transmitidas sobre esas restauraciones pueden fracturarlas o hasta provocar la fractura dental. La resistencia a compresión del esmalte (384 MPa), de la dentina (297 MPa) y la resistencia a la fractura de los dientes naturales (molar: 305 MPa; premolar: 248 MPa) pueden servir como padrón mecánico para seleccionar la resistencia ideal de las resinas compuestas para dientes posteriores.²⁴

➤ Dureza

La dureza se puede definir como la resistencia de un material a que se le haga una “indentación” (depresión o marca).¹³

Las propiedades antes analizadas como resistencia al desgaste o resistencia a la fractura se obtienen de la totalidad de la masa del material y en ciertas

ocasiones interesa el comportamiento de la superficie del material para saber la mayor o menor dificultad con que puede ser dañada o desgastada, esta característica es definida como dureza superficial.¹³

La dureza es un concepto muy relacionado en odontología con el mantenimiento de la integridad y desgaste.^{12,13,14,16,17}

Existen diversos procedimientos para medir la dureza. Su diversidad estriba en la gran variedad existente de materiales, desde la escala de Mohs, hasta escalas cuantificables apta para trabajos científicos de precisión. Por ello, fueron apareciendo escalas de medición de dureza, basados todos ellos en la medición de las dimensiones de una marca geométrica, impresa sobre la superficie del material, mediante una carga transmitida a través de una esfera metálica, una pequeña pirámide de diamante, etc. Los procedimientos más usados son los de Brinell, Vickers, Rockwell y Knoop. Todos ellos se denominan posponiendo las letras HN (“hardness number”) a la inicial del nombre respectivo: así, 400VHN quiere decir 400 “vickers Hardness Number”.^{12,13,14}

La prueba de dureza Brinell es una de las más antiguas que se han utilizado para determinar la dureza de los metales. En la prueba Brinell, se emplea una bola de acero sometida a una carga específica en la superficie pulida de un material. La carga se divide por el área de la superficie proyectada de la indentación y el cociente se denomina *número de dureza Brinell*, por lo tanto, para una carga dada, cuanto menor sea la indentación, mayor será el número y más duro será el material.^{12,13}

La prueba de dureza Brinell se ha empleado para determinar la dureza de los metales y de los materiales metálicos empleados en odontología. Además, el número de dureza Brinell está relacionado con el límite de proporcionalidad y

con la resistencia máxima a la tracción de las aleaciones de oro. La prueba es relativamente simple; por ello en ocasiones es conveniente utilizarla como índice de las propiedades que requieren métodos de prueba más complejos.^{13,14}

La prueba de dureza de Rockwell es similar a la de Brinell. En ella se utiliza una bola de acero o una punta cónica de diamante. En lugar de medir el diámetro de la impresión, se calcula directamente la profundidad de penetración empleando una esfera calibrada sobre el instrumento.^{13,14}

Esta prueba, con lectura directa de la profundidad de la indentación, se utiliza en muchísimos casos y tiene un gran reconocimiento dentro de la industria. Ni la prueba Brinell ni la Rockwell son aconsejables para los materiales frágiles.¹⁴

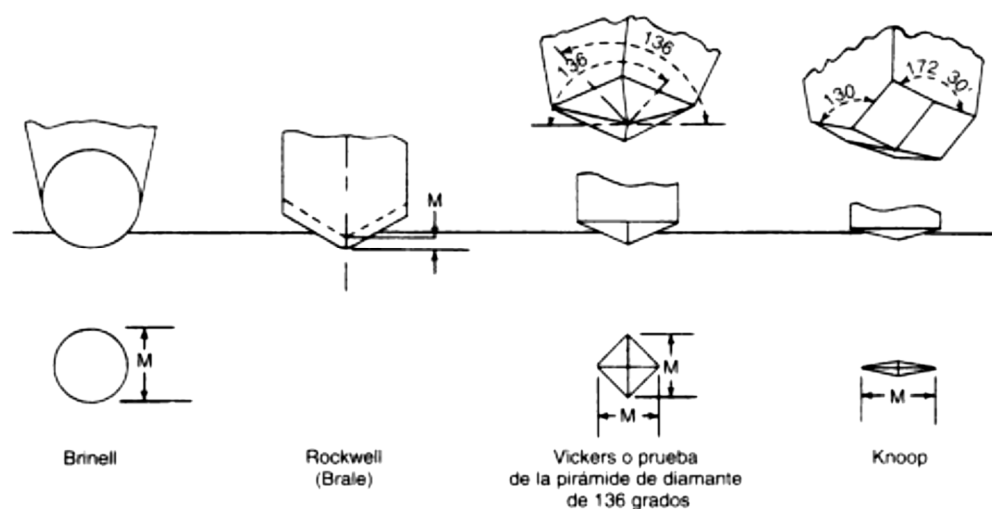
La prueba de dureza de Vickers utiliza el mismo principio para probar la dureza que la prueba Brinell. Sin embargo. En lugar de usar una bola de acero, utiliza una pirámide de base cuadrada. Aunque la impresión es cuadrada y no redonda, el método para calcular el número de dureza de Vickers se obtiene dividiendo la carga entre el área de indentación proyectada. Se mide la longitud de las diagonales de la indentación y se hace una media. La prueba de Vickers se utiliza en la especificación ADA sobre las aleaciones dentales; por tanto también se ha empleado para calcular la dureza de la estructura dental.^{13,14}

La prueba de dureza de Knoop utiliza una herramienta con punta de diamante cortada, la impresión es rómbica y se mide la longitud de la diagonal más larga. Se divide el área proyectada entre la carga y se obtiene el número de dureza de Knoop. Una vez que se hace la indentación y se retira el indentador, la forma del mismo provoca una recuperación elástica de

la impresión proyectada a lo largo de la diagonal más corta. Las fuerzas se distribuyen de manera que las únicas dimensiones sujetas a un cambio por relajación son las del eje menor. Por tanto el valor de la dureza es independiente de la ductilidad del material que se estudia. La dureza del esmalte se puede comparar con la del oro, porcelana, resina y otros materiales de restauración. Además, la carga puede variar desde 0.1 Kg hasta más de 1Kg, por lo que mediante esta prueba, se pueden obtener los valores de materiales duros y blandos. ^{13,14}

Las pruebas de Knoop y Vickers se clasifican como pruebas de microdureza en comparación con las de Brinell y Rockwell, que son pruebas de macrodureza. Tanto las pruebas de Knoop como la de Vickers utilizan cargas de menos de 9,8N. Las muescas resultantes son menores y se limitan a una profundidad inferior a 19 μm . Por lo tanto, son capaces de medir la dureza de las regiones pequeñas de los objetos más finos. ¹⁴

Imagen 2: Forma de la Punta de los Indentadores



Fuente: Philips R. 1993.

Si bien todas estas propiedades de las resinas acrílicas predicen la integridad y el desgaste a la cual serán sometidos, existen factores como la composición de la saliva y componentes de la dieta como ácidos, azúcares, etc, que intervienen en la durabilidad de estas resinas acrílicas.

25

Otra factor importante en la durabilidad e integridad de estas resinas acrílicas es el pulido final, desde sistemas de pulidos convencionales hasta sistemas de pulido con diferentes pastas que contienen granos metálicos.²⁶

3.2.6. Provisorios

El tratamiento prostodóntico fijo, ya se trate de recubrimiento completo o parcial y diente natural o pilar de implante, normalmente se basa en la fabricación indirecta de prótesis definitivas en el laboratorio dental. Históricamente, la necesidad de tratamiento provisional se ha derivado principalmente de este proceso metodológico. Por lo tanto, la importancia del tratamiento provisional es evidente y los requisitos difieren sólo ligeramente de los del tratamiento definitivo al que preceden. Como vemos, las coronas, puentes o las prótesis fijas provisionales son esenciales en el tratamiento prostodóntico.

La palabra *provisional* significa establecido para un tiempo determinado, en espera de una solución definitiva, y es usado tanto para cementos, resinas y tratamientos de prótesis fija. La palabra *Provisorio* entonces nos refiere a un tratamiento con prótesis fija provisional y a pesar de que una prótesis definitiva puede colocarse tan pronto como 2 semanas después de la preparación dental, estos provisorios también puede servir como planeación después una cirugía periodontal, implantes, evaluación de disfunción

temporomandibular que requieran un tiempo prolongado entre semanas y meses.^{27,28}

3.2.7. Requisitos de un provisional

a. Biologicos

a.1. Proteccion Pulpar

Una restauración fija provisional debe sellar y aislar la superficie dental preparada del ambiente oral para evitar la aparición de sensibilidad y una irritación futura de la pulpa. Es inevitable un cierto grado de trauma pulpar durante la preparación dental debido a la sección de los túbulos dentinarios. En condiciones fisiológicas, cada túbulo contiene el proceso citoplasmático de un cuerpo celular (el odontoblasto), cuyo núcleo está en la cavidad pulpar. Si el ambiente que rodea la dentina expuesta no se controla debidamente, pueden esperarse efectos pulpares adversos. Además la salud pulpar de un diente que requiere una restauración colada tiende a estar comprometido antes y después de la preparación. En situaciones graves la filtración puede dar lugar a una pulpitis irreversible, con la necesidad de realizar el tratamiento de conductos.

^{27,28,29}

Imagen 3: exposición de dentina durante el tallado.



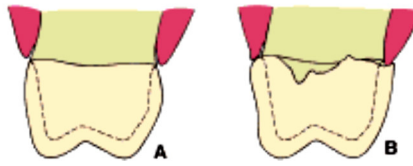
Fuente: Rosentiel, Land, Fujimoto. *Protesis*. 2005

a.2. Salud periodontal

Para facilitar la remoción de placa, una restauración provisional fija debe tener un buen ajuste marginal, un contorno adecuado y una superficie lisa. Esto es particularmente importante cuando el margen de la corona se coloca apical al margen gingival libre. Si la restauración fija provisional es inadecuada y dificulta el control de placa, la salud gingival se deteriora.

Los tejidos gingivales inflamados o hemorrágicos dificultan mucho los procedimientos posteriores (p. ej., toma de impresiones y cementado). Cuanto más tiempo se vaya a tener en la boca la restauración fija provisional, más importantes se vuelven los defectos en su ajuste y contorno. Cuando se invade el tejido gingival, tiende a producirse una isquemia. Si no se corrige, se desarrollarán una inflamación localizada o una necrosis.²⁹

Imagen 4: A. ajuste y contorno adecuado; B. Ajuste y contorno desadaptado.

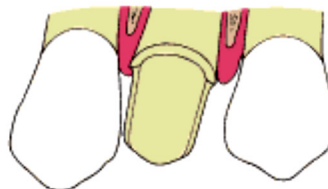


Fuente: Rosentiel, Land, Fujimoto. Protesis. 2005

a.3. Compatibilidad oclusal y posición del diente

La restauración fija provisional debe establecer o mantener contactos adecuados con los dientes adyacentes y antagonistas, ya que los contactos inadecuados permiten la sobreerupción y el movimiento horizontal. Lo primero requiere el ajuste tedioso en el gabinete y lo segundo supone un paso más de laboratorio para añadir metal o cerámica al lugar defectuoso. Aun así, se distorsionan los contornos proximales de la corona, y junto con la proximidad radicular resultante, dificulta las medidas de higiene oral.²⁹

Figura n°5: pérdida de espacio interproximal por migración de diente tallado.



Fuente: Rosentiel, Land, Fujimoto. Protesis. 2005

a.4. prevención de la fractura del esmalte

La restauración fija provisional debe proteger los dientes debilitados por la preparación de la corona, lo cual es particularmente importante en los diseños de recubrimiento parcial en los que el margen de la preparación está cerca de la superficie oclusal del diente y puede ser dañado durante la masticación. Incluso una pequeña fractura de esmalte hace que la restauración definitiva resulte insatisfactoria y requiera un tiempo extra para ser rehecha.²⁹

b. Mecánicos

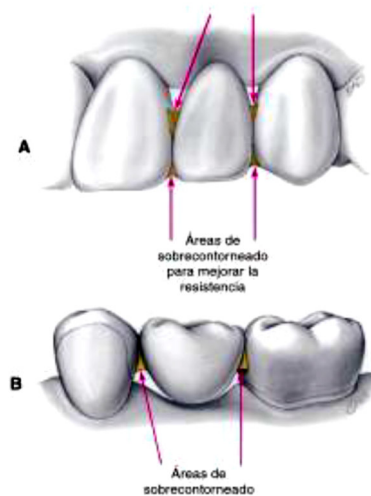
b.1. Función

Las mayores tensiones en una prótesis fija provisional suelen producirse durante la masticación. La resistencia de la resina de polimetilmetacrilato es menor que la de las aleaciones de metal-porcelana, lo que hace que sea más fácil que se fracture. Con más frecuencia, la ruptura se produce en las restauraciones de recubrimiento parcial, debido a que no abrazan por completo al diente.

Una prótesis fija parcial (puentes) debe funcionar como una viga en la que fuerzas oclusales importantes se transmiten a los pilares, lo cual crea tensiones elevadas en los conectores, que suelen ser el sitio de fractura. Para disminuir el riesgo de fracasos, ha de incrementarse el tamaño del conector de la restauración provisional en comparación con el de la restauración definitiva. Se consigue una resistencia mayor disminuyendo la profundidad y las aristas agudas de las troneras, lo que aumenta las dimensiones transversales del conector y disminuye la concentración de tensiones asociadas a las líneas ángulo internas afiladas. Los requisitos

biológicos, y en ocasiones los estéticos, ponen límites a la longitud máxima que puede tener un conector. Para no perjudicar la salud periodontal, no deben estar sobrecontorneados cerca de la encía y la prioridad debe ser un buen acceso al control de placa.²⁹

Imagen 6: áreas de conectores y sobrecontorneado.



Fuente: Rosentiel, Land, Fujimoto. Protesis. 2005

b.2. Desplazamiento

Si quiere evitarse el movimiento dentario, un provisorio descementado debe volver a cementarse lo antes posible, lo que suele requerir una visita adicional a la clínica. Como mejor se evita el desplazamiento es con una preparación dental adecuada y un provisorio cuya superficie interna esté bien adaptado al diente. Un espacio excesivo entre la restauración y el diente hace que se tenga que confiar excesivamente en el agente de unión, que tiene una resistencia inferior que los cementos definitivos y que, por tanto, no puede tolerar fuerzas adicionales.²⁹

b.3. Remoción por reuso

Los provisionales suelen tener que ser reutilizadas, por lo que no hay que estropearlas al quitarlas del diente. En muchos casos, si el cemento está suficientemente debilitado y la restauración provisional ha sido bien fabricada, no se rompe al retirarla de la boca.²⁹

c. Estéticos

El aspecto de un provisional es particularmente importante en los incisivos, caninos y, a veces, premolares. A pesar de que puede no ser posible duplicar exactamente el aspecto estético de un diente natural no restaurado, el contorno, el color, la translucidez y la textura son características esenciales. Cuando sea necesario, pueden emplearse procedimientos estéticos más elaborados para crear detalles personalizados, pero no se utilizan muy a menudo. Un requisito esencial del tratamiento rehabilitador es la máxima igualdad entre un material y el color de los dientes adyacentes. Sin embargo, algunas resinas cambian de color intraoralmente con el tiempo, por lo que la estabilidad del color (junto con la tendencia al acúmulo de tinciones) gobierna la selección de los materiales cuando se anticipa un tiempo largo de uso.^{27,28,29}

3.2.8. Tipos de materiales usados en la elaboración de provisionales

Los materiales para la elaboración de provisionales se han dividido en las siguientes categorías basadas en la forma en que se convierten de plástico a masas sólidas: (1) resinas acrílicas autopolimerizables activado químicamente; (2) resinas acrílicas activadas por calor; (3) resinas acrílicas

activadas por la luz; (4) resinas acrílicas "dual" activadas por luz y químicamente activadas; y (5) otros (aleaciones).³⁰

En la mayoría de materiales utilizados para restauraciones fijas provisionales son resinas acrílicas generalmente, estas resinas acrílicas utilizadas para restauraciones provisionales son frágiles, pero su gran ventaja es la facilidad con la que pueden ser alterados por adiciones y sustracciones. Existen varios tipos de materiales de resinas acrílicas que están disponibles para el tratamiento restaurador provisional: (1) resinas de polimetilmetacrilato; (2) resinas de polietil metacrilato; (3) otros tipos o combinaciones de resinas de metacrilato sin relleno; y (4) composites.^{30,31}

a. Resinas de metacrilato

El polimetilmetacrilato (PMMA) apareció por primera vez alrededor de 1940 y sigue siendo el material más frecuentemente utilizado para la fabricación de restauraciones provisionales, Plant et al. Encontraron que el aumento de temperatura intrapulpar asociado con la polimerización de materiales de metacrilato de metilo puede ser de hasta 5 veces la asociada con el consumo normal de líquido térmicamente caliente. La literatura indica que el polimetilmetacrilato es el material preferido cuando restauraciones provisionales se realizan utilizando técnicas indirectas.^{30,31,32}

El metacrilato de etilo, introducido en la década de 1960, puede ser una mejor selección de fabricación directa de la prótesis provisional y es el más adecuado para uso a corto plazo en relación con metacrilato de metilo. Otros dos materiales químicamente similares, vinil-etilo y metacrilato de butilo, muestran un comportamiento clínico comparable a polietil metacrilato.^{30,31,32}

Las resinas acrílicas de metacrilato comerciales disponibles se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Materiales de metacrilato y fabricantes para restauraciones fijas provisionales fabricadas a medida

Material classification	Product name	Manufacturer
Methyl methacrylate	Alike	GC America, Alsip, Ill.
	Coldpac	Motloid, Chicago, Ill.
	Duralay	Reliance Dental, Worth, Ill.
	Jet	Lang Dental, Wheeling, Ill.
	Temporary Bridge Resin	L.D. Caulk, Milford, Del.
	Trim Plus	Harry J. Bosworth, Skokie, Ill.
	True Kit	Harry J. Bosworth, Skokie, Ill.
	Unifast LC	GC America, Alsip, Ill.
Ethyl methacrylate	Splintline	Lang Dental, Wheeling, Ill.
Vinyl ethyl methacrylate	Snap	Parkell, Farmington, NY
	Trim	Harry J. Bosworth, Skokie, Ill.
	Trim II	Harry J. Bosworth, Skokie, Ill.
Butyl methacrylate	Temp Plus	Ellman Int, Hewlett, NY

Fuente: Burns D. et al. The Journal of Prosthetic Dentistry.2003.

b. Composites

Los materiales de composite provisionales abarcan una categoría bastante variables en virtud del hecho de que están compuestos químicamente de una combinación de dos o más tipos de material. La mayoría de estos materiales utilizan resina bisacrílica, un material hidrófobo que es similar a bis-GMA. Cuando esta resina se mezcla con un relleno inorgánica, que se combina para proporcionar un material de tratamiento provisional que es similar a los materiales restauradores de composite. Típicamente estos materiales utilizan una variedad de monómeros de resina acrílica multifuncionales que producen enlaces cruzados de alta densidad durante la polimerización. En

consecuencia exhiben una etapa única durante el proceso de polimerización.

30

Estos materiales están disponibles como de doble polimerización (auto / luz visible) autopolimerizado, o formas de polimerización con luz.

La mayoría de los materiales compuestos están ahora disponibles con un sistema de suministro de auto-mezcla similar a los materiales de impresión de polivinilsiloxano.^{30,31,32}

c. Resina de Polimerización con Luz Visible VLC

Fueron introducidas en la década de 1980, requieren la adición de dimetacrilato de uretano, una resina cuya polimerización es catalizada con energía de la luz visible y una canforoquinona como iniciador. Estos materiales suelen incorporar una carga tal como sílice microfina para mejorar las propiedades físicas tales como la reducción de la contracción de polimerización. A diferencia de las resinas de metacrilato, estas no producen monómeros libres residuales después de la polimerización, lo que explica por qué se observan niveles bajos de toxicidad del tejido en relación con las resinas de metacrilato.³⁰

Los materiales de resina disponibles se muestran en la Tabla II.

Tabla II: Materiales de composite y fabricantes para restauraciones protésicas fijas provisionales.

Material classification	Product name	Manufacturer
Bis-acryl composites (Auto-polymerized)	Bis Jet	Lang Dental, Wheeling, Ill.
	Integrity	L.D. Caulk, Milford, Del.
	Luxatemp	Zenith/DMG, Englewood, NJ
	Protemp II	ESPE, Plymouth Meeting, Pa.
	Protemp Garant	ESPE, Plymouth Meeting, Pa.
	Provitec	GC America, Alsip, Ill.
	SmarTemp	Parkell, Farmington, NY
	Tempphase	Kerr Dental, Orange, Calif.
	Turbo Temp	Danville Materials, San Ramon, Calif.
Bis-acryl composite (Dual-polymerized)	Ultra Trim	Harry J. Bosworth, Skokie, Ill.
	Iso Temp	3M Dental, St. Paul, Minn.
	Luxatemp Solar	Zenith/DMG, Englewood, NJ
	Luxa-Flow (repair material)	Zenith/DMG, Englewood, NJ
Urethane dimethacrylate composite (Visible light-polymerized)	Provipont DC	Ivoclar/Vivadent, Amherst, NY
	Triad	Dentsply Int, York, Pa.

Fuente: Burns D. et al.. The Journal of Prosthetic Dentistry.2003.

Otra selección es la que describe Aschheim, de estos materiales usados en la elaboración de prótesis fija provisional.(Tabla III) ³¹

Tabla III: Resinas para Provisorios de coronas y puentes: muestras selectivas

Tipo	Marca	Fabricante
Metilmetacrilato	Duralay	Reliance Dental Mfg.Co.
	Jet	Lang Dental Mfg. Co. Inc.
	Tab	Kerr Corp.
	Alike	GC America
	Coldpac	Yates Morloid
	Trim Plus	Bosworth Co.
	Temp Art	Saltan Healthcare
	Unifast,Unifast LC	GC America

Etil metacrilato	Provisional Bridge Resin	Dentsply-Caulk
	Splintline Lange	Lang Dental Mfg. Co.
Vinil etil Metacrilato	Snap	Parkell Inc.
	Trim, Trim II	Bosworth Co.
	Dura Seal	Reliance Dental Mfg. Co.
Bis-GMA (autopolimerizable)	Protemp	Premier Dental Products.
	Tempphase	Kerr Corp.
	Luxatemp	DMG America
	Super-T	American Consolidated Mfg.
Bis GMA (fotopolimerizable)	Triad (light polymerized)	Dentsply
	Isotemp (DC)	3M ESPE
	Astron LC (dual polymerized)	Astron Dental Corp.
Iso-butil Bisacril	Temp Plus	Ellman International Inc.
	Protemp	3M ESPE
	Luxatemp	DMG America
	Integrity	Dentsply Caulk
	Access Crown	Centrix, Inc.
	Protemp 3 Garant	3M ESPE
	Ultra Trim	Bosworth Co.
	Perfectemp	Discus Dental
	Cool Temp Natural	Coltene/Whaladent
	Fill-In, Tempphase	Kerr Corp
	SmarTemp	Parkell Inc.
	TempSpan	Pentron clinical
	Structure	Voco GmbH
	Systemp, C&B	Ivoclar Vivadent

Fuente: Aschheim K. Elsevier. 3era Edición. 2014

Sin embargo la distribución de Burns no es la más actual pero es la última publicada por el Journal of Prosthetics Dentistry.

3.2.9. Técnicas de elaboración de provisorios

Existen muchos procedimientos con una gran variedad de materiales para fabricar restauraciones provisionales satisfactorias. Al irse introduciendo nuevos materiales, aparecen también nuevas técnicas, lo que hace que la variedad sea mayor.

Los provisorios pueden ser elaborados directamente por vía intraoral sin una matriz (técnica directa), utilizando una matriz preformada hecha en modelos de estudio y luego elaborado intraoralmente (técnica directa indirecta), o completamente fabricados en los modelos preparados y/o a continuación, rebasada por vía intraoral (técnica indirecta).³²

a. Procedimiento indirecto

Están indicados todos los polímeros acrílicos, de preferencia la resina de termocurado, autocurado y bisacryl.

Los Provisorios indirectos se fabrican en modelos y se puede completar en un laboratorio dental o un consultorio dental, cuando una restauración provisional se fabrica en un consultorio dental durante una cita del paciente, se utiliza un modelo de yeso previamente tomado una cita. Una matriz se forma en un modelo de estudio o de diagnóstico reconstruido con cera se llena de material de restauración provisional y se coloca en el modelo con los dientes preparados.

El provisorio se polimeriza, se da la forma y se pule, es un producto listo para ser instalado en vía intraoral, ajustada y cementada.^{29,30,31,32}

b. Procedimiento directo

Llamada también de colocación directa. Se utilizan acrílicos, matrices de Policarbonato, coronas preformadas de celuloide, resinas compuestas (de curado químico, luz o curado dual). Siendo el material preferido: Resina acrílica de curado químico o autocurado. La técnica directa elabora provisorios directamente sobre los dientes. Esta técnica directa incluye la técnica en bloque, recubrimiento usando coronas preformadas, y las matrices de celuloide.

Una técnica de bloque por lo general utiliza acrílico que se mezcla hasta obtener una consistencia pastosa, se apreta sobre los dientes, y en repetidas ocasiones coloca y se retira durante el ajuste para desenganchar socavados sin corregir. La resina Bisacrilica y materiales compuestos permanecen en un estado fluido, lo que hace imposible la manipulación sin una matriz.^{29,30,31,32}

Adicionalmente se describe la técnica de *matriz directa*, para lo cual están indicados todos los polímeros, de preferencia la resina bisacrilica.

Para esta técnica no se necesita de un modelo de yeso para formar la matriz, la estructura de diente faltante se reconstruye de forma temporal con un material acrílico o resina compuesta BisGMA.

Una matriz se forma mediante la colocación de material de impresión, el Hidrocoloide irreversible es el material de impresión más común usado, pero otros materiales tales como polivinil siloxano se puede utilizar, este primero proporciona una precisión adecuada y es barato en comparación con otros materiales de impresión. Después de la preparación del diente, el material de restauración provisional como la

resina bisacrilica se coloca en la impresión y la se vuelve a colocar en boca.^{31,32}

c. procedimiento directo-indirecto

Para esta técnica están indicados todos los polímeros de preferencia la resina bisacrilica.

El procedimiento consiste en tomar un modelo de estudio y encerar en el laboratorio, luego elaborar una matriz de forma indirecta del modelo de estudio, se vacia la resina acrilica dentro de la matriz y es llevada intraoralmente, para ser terminada y pulida.^{31,32}

d. Elaboradas por ordenador CAD/ CAM

Los bloques de resinas acrílicas utilizados para la elaboración de provisionales mediante CAD/CAM se polimerizan industrialmente en condiciones óptimas de fabricación, tales condiciones ofrecen las mejores propiedades mecánicas que las que se elaboran manualmente. Sus buenas propiedades mecánicas representan una solución para restauraciones provisionales de larga duración cuando se requiere fuerza y estabilidad de color, un mejor ajuste de estos productos CAD/CAM disminuye el riesgo de contaminación bacteriana del diente y la temperatura de polimerización evita daños a la pulpa.³³

3.2.10. Resinas acrílicas que se emplearan en el estudio

Duralay: Temporary Crown & Bridge Kit

Resina acrílica a base de Polimetilmetacrilato que polimeriza en tan solo cinco minutos, un acrílico duro que es fácil de recortar. Posee una contracción mínima que hace a esta resina acrílica ideal para coronas y puentes provisorios.

Instrucción:

Duralay es una resina que se suministra en forma de polvo y líquido.

El polvo es un polímero de metacrilato de metilo. El líquido es monómero de metacrilato de metilo.

La proporción de mezcla es de tres partes de polvo a una parte por volumen de líquido; 20 gr. polvo a 10 cc. Líquido en peso.

1. Tomar una impresión antes de hacer cualquier trabajo preparatorio, usando alginato, silicona o hidrocoloide.
2. Completar todas las preparaciones dentarias y luego lubricar los dientes con vaselina o un lubricante de silicona.
3. Aplicar suficiente líquido directamente a impresión con gotero y añadir el polvo. Dispensar el polvo de la botella plástica agitando suavemente hasta que se absorba el líquido. Más líquido y polvo se pueden añadir, si es necesario. Para la corona temporal, mediante coronas preformadas, llenar hasta la mitad la preforma de líquido y añadir el polvo hasta que se absorba el líquido.
4. Después que la impresión o corona preformada esté llena de Duralay, espere un minuto para el aspecto opaco. Colocar en la boca en la posición correcta. Tiempo de trabajo es de tres minutos desde el comienzo de la mezcla. La impresión puede entonces ser retirado de la boca sin distorsionar. La impresión

completa su endurecimiento aproximadamente a cinco minutos del inicio de la mezcla.

5. Quite Duralay de impresión o de la corona preformada y recorte el exceso. La corona o puente temporal debe ser terminado y pulido con piedras o fresas de carburo y con los instrumentos compuestos de pulido convencionales, a continuación, cementar en su lugar.³⁴

Luxatemp Star

Es un composite autocurable para confeccionar inlays, onlays y carillas así como puentes y coronas provisionales. Este material de dos componentes con base de metacrilatos multifuncionales se mezcla automáticamente.

Indicaciones:

- Confección de prótesis fija provisional como coronas, puentes, inlays, onlays, coronas parciales y carillas.
- Confección de provisorios de larga duración.

Contraindicaciones:

- No utilizar el material si el paciente muestra alergia a alguno de los ingredientes o si existen alergias de contacto.

Intervalos de tiempo

0:00-0:45 min colocar en boca

2:00-3:00 min extraer de la boca

6:00-7:00 min fin del proceso de curado

Aplicación recomendada:

1. Antes del tallado de coronas- el muñón o el puente o bien antes de una extracción prevista, tome una impresión anatómica de la situación, silicona o un material termoplástico de impresión preliminar.

De manera alternativa, la confección del provisorio también se puede efectuar con una férula termoplástica fabricada en laboratorio o en el caso de coronas aisladas, con una corona tipo Strip.

2. Seque los dientes una vez preparados e iguale las irregularidades de la preparación. A continuación humedezca ligeramente los muñones así como el tejido circundante y las posibles reconstrucciones de composite con vaselina o un agente separador similar.
3. Elegir el color deseado de Luxatemp y colocar el cartucho correspondiente en el dispensador.
4. Llene la pieza moldeada o férula termoplástica con luxatemp. Aplique primero el material sobre las superficies oclusales de la pieza moldeada o férula termoplástica y complete hacia las zonas gingivales aunque sin llenar demasiado.
5. A más tardar 45 s después de comenzar la mezcla, coloque y fije la pieza moldeada o férula termoplástica llena de luxatemp sobre los dientes preparados ejerciendo una presión moderada.
6. Extraiga el provisorio de la boca durante la fase elástica, es decir en el intervalo de tiempo de dos a tres minutos después de iniciada la mezcla.
7. Antes de efectuar el acabado, elimine la capa inhibida por el oxígeno del provisorio.
8. Elabore el provisorio con fresas de carburo, discos flexibles, etc.
Transcurridos unos seis a siete minutos tras el inicio de la mezcla.

9. Compruebe la oclusión y, si es necesario repásela con instrumentos adecuados.³⁵

3.3. Definición de términos

Dureza superficial: resistencia de la superficie que ofrece un material a que se haga una indentación.

Indentación: Muesca escotadura, depresión. Marcas dejadas por las piezas dentarias en la mucosa del borde de la lengua, del labio o de la zona yugal. Huella, depresión dejada en la superficie de un material que es sometido a una prueba de dureza.

Vickers: Escala de valor. Número que indica el grado de dureza relativa de un material determinado midiendo las diagonales mayores de las indentaciones que resultan de presionar un diamante en forma de pirámide de base cuadrada (indentador de dureza de Vickers) sobre la superficie del material a prueba bajo una carga específica.

3.4. Hipótesis

H0: No existen diferencias en la dureza de superficial de las resinas acrílicas Vitalloy, Duralay y Luxatemp Star.

H1: Existen diferencias en la dureza de superficial de las resinas acrílicas Vitalloy, Duralay y Luxatemp Star.

3.5. Operacionalización de Variables

	Variable	Definición	Indicador	Escala	Valor
Independiente	Resinas acrílicas	Polímeros acrílicos de autocurado usados en odontología para la elaboración de prótesis fija provisional	Marca de Resina Acrílica	Nominal	Vitalloy Duralay Luxatemp Star
Dependiente	Dureza superficial	Resistencia que ofrece el material a que se haga una "indentacion".	Valor obtenido por el durómetro en escala Vickers	Razón	- VHN

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación

- Según la intervención del investigador el estudio fue de tipo Cuasi Experimental, no contó con un grupo control, no se registró una relación causa efecto, solo se obtendrán datos numéricos de la variable Dureza de los materiales usados en provisorios.
- Según la planificación de la toma de datos es un estudio de tipo Prospectivo.
- Según el número de ocasiones que se mide la variable es de tipo Transversal porque se realizará una sola medición de la variable Dureza.
- Según el número de variables de interés el estudio es de tipo Analítico porque compararemos la variable dureza entre 3 resinas acrílicas diferentes.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

Bloques cilíndricos de resinas acrílicas (probetas) de autocurado.

4.2.2. Muestra

No Probabilística (por conveniencia)

Se tomó una muestra intencional de 30 bloques cilíndricos de 20 \pm 1 mm de diámetro por 4 \pm 1 mm de alto, 10 fueron elaborados con resina acrílica Vitalloy, 10 con resina acrílica Duralay y 10 con resina bisacrilica Luxatemp Star.

4.3. Procedimientos y Técnica de recolección de datos

Los bloques cilíndricos que llamaremos “probetas” en este estudio fueron elaboradas de acuerdo a la norma ISO 4049: 2009 “Materiales de

Restauración y Pruebas Mecánicas”, establecidas para materiales poliméricos.

Se elaboró 30 probetas las cuales se dividieron en tres grupos:

Grupo I: 10 probetas elaboradas con resina acrílica Vitalloy.

Grupo II. 10 probetas elaboradas con resina acrílica Duralay.

Grupo III: 10 probetas elaboradas con resina Bisacrilica (Luxatemp). (ANEXO 3)

La temperatura ambiental del día de elaboración de las probetas fue de 18.76 °C y la humedad relativa de 81.83%, datos proporcionados por el SENAMHI para el día de la preparación de las probetas. (ANEXO 2)

La elaboración de las probetas se realizó en una sesión en el horario diurno (9:00am-2:00pm).

Se elaboraron 10 probetas de resinas acrílicas de PMMA Vitalloy (polvo) Lote N° 8003, Vitacril (liquido) Lote N° D-121515A, otras 10 probetas de PMMA Duralay, polvo Lote N° 112515, Liquido Lote N° 111815, y 10 probetas de Resina Bisacrilica Luxatemp Star Lote N° 730270. (ANEXO 3)

El molde empleado fue elaborado en un torno con las medidas internas ya descritas (20mm de diámetro y 4mm de alto), pulido en su interior para la colocación de las resinas acrílicas.

La dosificación de las resinas acrílicas y el tiempo de polimerización se siguieron de acuerdo al fabricante, así para las resinas acrílicas de PMMA se mezcló 5 gr de polvo con 2.5ml de Liquido (proporción 3:1), la resinas bisacrilica se dispense con puntas de automezcla que vienen ya proporcionadas (proporción 10:1).

Se colocó el molde metálico sobre una platina de vidrio previamente aislada y se vació el contenido de la mezcla de la resina acrílica y se colocó otra platina de vidrio ejerciendo ligera presión para disminuir las burbujas, esto se

realizó para los tres tipos de resinas acrílicas. Se retiró del molde se enumeró una superficie y pulió la otra superficie.

Se obtuvieron 30 probetas las cuales fueron pulidas inmediatamente. El pulido se realizó convencionalmente para los tres grupos, con tiras de lija cubiertas por óxido de aluminio de grano #400 y #600 (3M), piedra pómez, cerdas blancas (tipo “pelo de cabra”) y al final una pasta de pulido diamantada universal, para luego ser almacenadas en agua destilada durante 24h horas.

Se procedió a realizar el ensayo de dureza Vickers en el Laboratorio de Mecánica N°4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería según las instrucciones y normas de Durómetro Vickers marca Leitz (WETZLAR), Germany Mod. 626449 a una temperatura de 19 °C y humedad relativa de 79 %.

En cada probeta se realizó tres indentaciones distintas bajo una carga de 50 gramos por 10 segundos, se determinó a través de la medición de las diagonales de las indentaciones con un microscopio 40x, esto se trasladó a un software proporcionado por el fabricante del durómetro, obteniendo valores expresados en Hardness Vicker (HV) el laboratorio da como medida el promedio de estas tres indentaciones. (ANEXO 4)

4.4. Procesamiento de Datos

Los valores promedios de la dureza superficial obtenidos se presentan en el Informe Técnico Lb4-1045-2016 (ANEXO 1), valores que se presentan en orden de numeración del 1-30 correspondiente a los tres grupos de resinas acrílicas.

4.5. Análisis de Resultados

Los datos obtenidos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS 23.0.

Se realizó pruebas estadísticas descriptivas como cálculos de media, desviación estándar, y pruebas de normalidad para determinar la distribución de los datos encontrados y las pruebas estadísticas no paramétrica de Kruskal Wallis como análisis diferencial. Y la prueba de U de Mann-Whitney para determinar diferencias intragrupo.

V. RESULTADOS

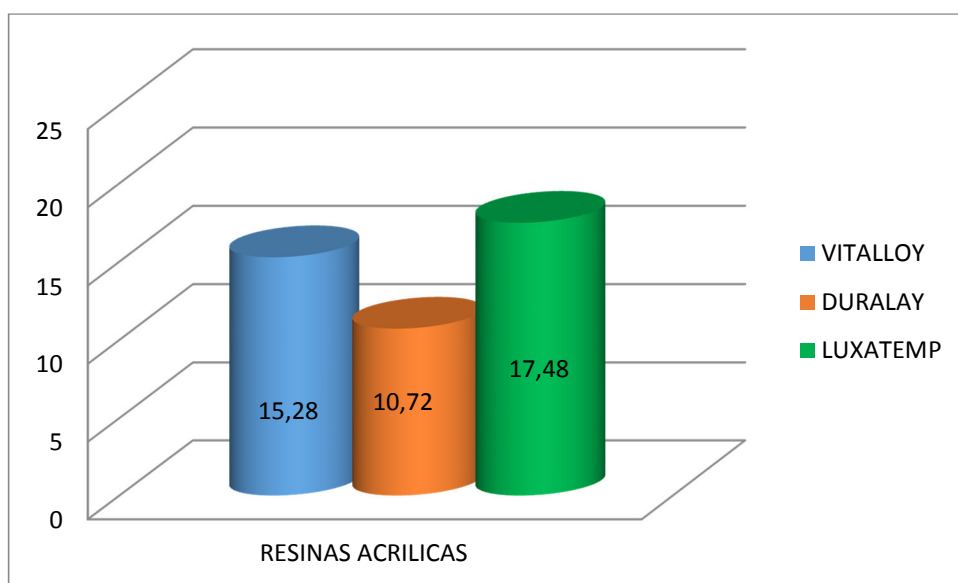
Luego de realizar los ensayos de Dureza Superficial en los tres grupos de resinas acrílicas usadas en provisorios: Grupo I (Vitalloy, PMMA), grupo II (Duralay, PMMA) y grupo III (Luxatemp Star, Bisacril) se obtiene una dureza superficial media de 15.28 HV, 10.72 HV y 17.48 HV para los grupos I, II y III respectivamente. (TABLA 1)

TABLA 1: Medidas de tendencia central para las resinas acrílicas usadas en provisorios.

	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Grupo I (Vitalloy)	15.28	14,3650	2,10079	14,05	20,87
Grupo II (Duralay)	10.72	10,9400	,89138	9,19	11,71
Grupo III (Luxatemp)	17.48	16,8350	1,46587	16,12	19,86

En el Grafico 1 se puede observar la comparación entre los valores de las medias de la dureza de las resinas acrílicas en la escala Vickers, presentando una dureza media de 15.28 VHN para la resina Vitalloy, 10.72 VHN para Duralay y 17.48 VHN para Luxatemp Star.

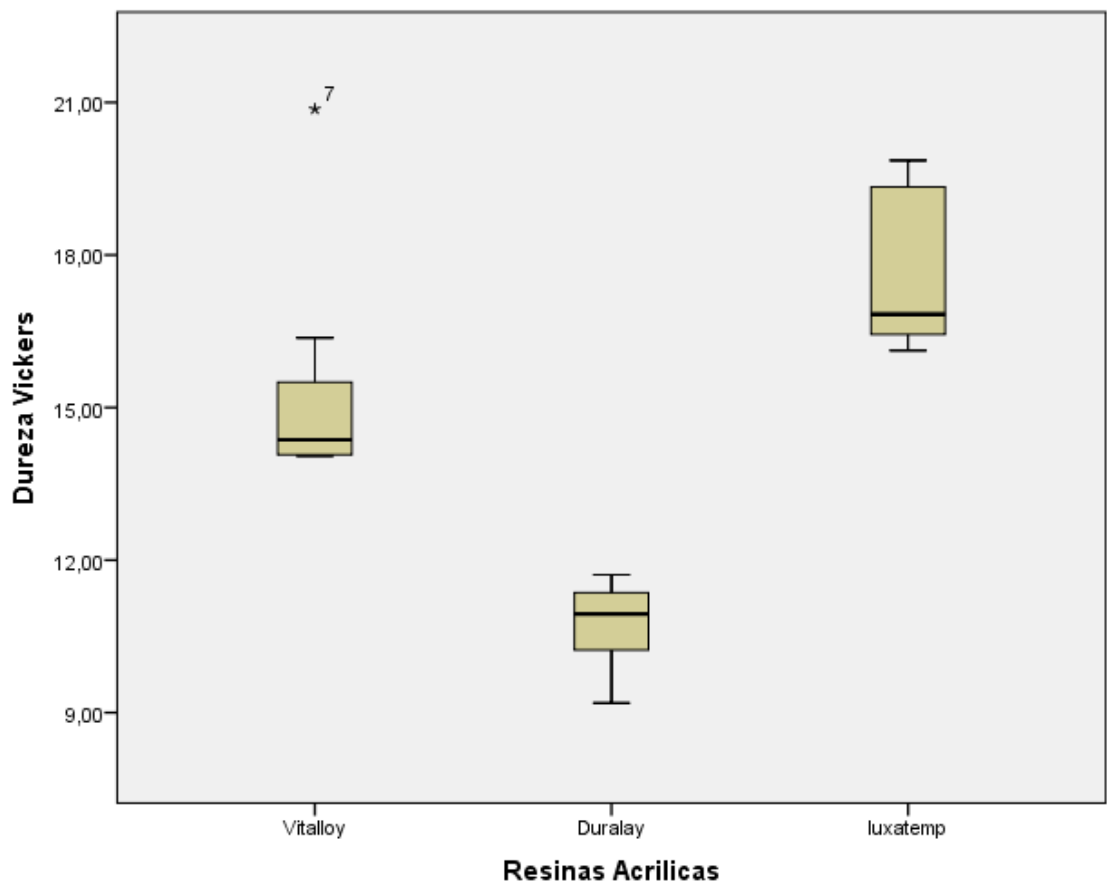
GRAFICO 1: Dureza media de las resinas acrílicas usadas en provisorios.



El diagrama de caja y bigote para los tres tipos de resinas acrílicas nos muestran que para la resina Vitalloy la mediana se encuentra entre los valores de 14 y 15 VHN, un límite superior entre los valores de 15 y 18 VHN, un límite inferior muy cerca al primer cuartil y un valor atípico para la muestra número siete de la base de datos, este valor no entra en el estudio estadístico. Para la resina Duralay se observa una mediana entre los valores de 10 y 11 VHN, un límite superior entre los valores 11 y 12 VHN, un límite inferior entre 9 y 10 VHN y no se observan valores atípicos. Para la resina Luxatemp Star se observa una mediana entre 16

y 17 VHN, con un límite superior entre 20 y 21 VHN, un límite inferior entre 16 y 17 VHN y tampoco se muestran valores atípicos. (GRAFICO 2)

GRAFICO 2: Diagrama de caja y bigotes de los grupos de resinas acrílicas usados en provisorios.



Para comparar la dureza superficial los tres grupos de resinas primero se realizó la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk por ser muestras menores a 50, previa a esta prueba se plantearon las siguientes hipótesis:

H0: La distribución de la variable en estudio No difiere de la distribución normal.

H1: La distribución de la variable en estudio difiere de la distribución normal.

Se realizó la prueba de normalidad para cada grupo de resinas acrílicas, obteniéndose: Grupo I Vitalloy $p=0.000$, grupo II Duralay $p=0.272$ y grupo III

$p=0.007$. Se obtuvo que para los grupos I y III la distribución de la variable es no normal y para el grupo II la distribución de la variable es normal. (TABLA 2)

TABLA 2: Prueba de normalidad Shapiro Wilk para los grupos de resinas acrílicas usados en provisorios.

		Shapiro-Wilk		
	Resinas Acrílicas	Estadístico	gl	Sig.
Dureza	Vitalloy	,641	10	,000
Vickers	Duralay	,909	10	,272
	Luxatemp	,776	10	,007

Sig = p valor

Por lo tanto para comparar la variable dureza entre estos tres grupos aplicamos estadísticos no paramétricos, siendo de elección la Prueba no Paramétrica de Kruskal Wallis obteniendo un $p= 0.000$, con lo cual descartamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador obteniendo que existe diferencias significativas para la variable dureza entre estos tres grupos de resinas acrílicas usados en provisorios.

Para comparar la variable dureza entre cada uno de los tres grupos, se realizó la Prueba de U de Mann-Whitney obteniendo un $P < 0.05$ en todos casos.

Se comparó la dureza de las resinas acrílicas Vitalloy versus Duralay obteniendo un $p= 0,000$, esto quiere decir que la dureza superficial de la resina acrílica Vitalloy es mayor a la de la resina acrílica Duralay y es estadísticamente significativa. (TABLA 3)

TABLA 3: Prueba de U de Mann-Whitney para las Resinas acrílicas Vitalloy y duralay

Resinas Acrílicas		
		Sig.
Vitalloy	Duralay	0,000

Se comparó la dureza de las resinas acrílicas Luxatemp versus Duralay obteniendo un $p= 0,000$, esto quiere decir que la dureza superficial de la resina acrílica Luxatemp Star es mayor a la de la resina acrílica Duralay y es estadísticamente significativa. (TABLA 4)

TABLA 4: Prueba de U de Mann-Whitney para las Resinas Acrilicas Luxatemp y Duralay

Resinas Acrílicas		
		Sig.
Luxatemp Star	Duralay	0,000

Se comparó la dureza de las resinas acrílicas Luxatemp versus Vitalloy obteniendo un $p= 0,004$, esto quiere decir que la dureza superficial de la resina acrílica Luxatemp Star es mayor a la de la resina acrílica Vitalloy y es estadísticamente significativa.

TABLA 5: Prueba de U de Mann-Whitney para las Resinas Acrílicas Luxatemp y Vitalloy

Resinas Acrílicas		
		Sig.
Luxatemp Star	Vitalloy	0,004

VI. DISCUSIÓN

Las resinas acrílicas son muy usadas en la elaboración de provisorios, estos guardan importancia dentro del tratamiento rehabilitador por el que se buscan propiedades mecánicas que se acerquen al ideal, sobre todo cuando estos tratamientos se deben mantener por un tiempo prolongado antes de su rehabilitación definitiva.

De acuerdo con los datos obtenidos en este estudio, se pudo establecer que existen diferencias significativas entre las resinas acrílicas convencionales de polimetilmetacrilato Vitalloy y Duralay con la resina bisacrílica Luxatemp Star, estos resultados son similares con los estudios de Rayyan et al. (2015) donde encontraron que la resina acrílica de polimetilmetacrilato Alike tuvo menor dureza superficial que la resina Bisacrílica Acrytemp.¹

Otro estudio que ratifica los resultados obtenidos en este estudio son los encontrados por Sabavi et al (2012) en la que compara las durezas de siete resinas acrílicas dentro de ellas la resina acrílica de polimetilmetacrilato Duralay que mostró menor dureza superficial que las resinas bisacrílicas TempSpan y Revotek, datos que concuerdan con los encontrados en este estudio en la que la resina acrílica de polimetilmetacrilato Duralay tuvo menor dureza superficial que la resina bisacrílica Luxatemp Star.⁵

Estudios parecidos como el de Khanna et al (2013) en la que se comparó la dureza superficial de las resinas acrílicas usados en la fabricación de dientes de stock, en la cual las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato Acryrock y Livera presentaron una dureza significativamente menor a la resina Bisacrílica Endura, concordando con los datos obtenidos en este estudio.¹⁰

El estudio de Diaz et al (1999) encontró que las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato Jet y temporary Bridge exhibieron menor dureza que las resinas bisacrílicas Integrity, Protemp Garant y Temphase, datos que podemos compararlos con los encontrados en este estudio en la cual las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato Vitalloy y Duralay presentaron también una dureza menor comparada con la resina bisacrílica Luxatemp Star.¹¹

La dureza superficial es la propiedad que evidencia mejor las cualidades mecánicas en cuanto a desgaste que está sometidos los provisorios, es así que Hendrick et al. (2015) encontraron que el desgaste de las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato usados en la elaboración de provisorios sobre implantes fue significativamente mayor en comparación con el desgaste de las resinas bisacrílicas, datos que pueden ser comparados con los obtenidos por Takamizawa et al (2015) que encontró que las resinas bisacrílicas Protemp Plus, Integrity y Luxatemp Automix demostraron mayor resistencia al desgaste que las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato Unifast III.^{2,3}

Un factor que puede determinar la integridad de los provisorios en un largo periodo de tiempo son los líquidos de la dieta con las que tienen contacto, Akova et al investigaron el efecto de los líquidos de la dieta sobre la dureza de las resinas acrílicas usadas en provisorios encontrando que esta dureza

disminuyo significativamente al almacenarlos en Ácido cítrico, Etanol y Heptano comparado con sus grupos de control.¹¹

VII. CONCLUSIONES

- La dureza superficial media de las resinas acrílicas Vitalloy fue 15.28 HV
- La dureza superficial media de las resinas Duralay fue 10.72 HV.
- La dureza superficial media de la resina bisacrílica Luxatemp fue de 17.48 HV.
- La resina acrílica Vitalloy presentó valores de dureza significativamente superior a la resina acrílica Duralay.
- La Resina bisacrílica Luxatemp Star presento valores de dureza significativamente superiores a la resina acrílica Duralay.
- La Resina bisacrílica Luxatemp Star presento valores de dureza significativamente superiores a la resina acrílica Vitalloy.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios complementarios de las diferentes propiedades mecánicas de las resinas acrílicas como resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la flexión, rigidez, fragilidad, etc.
- Se recomienda realizar estudios del comportamiento de las resinas acrílicas cuando están sometidas a líquidos que simulan condiciones bucales y dietas líquidas, que posiblemente puedan alterar la integridad de los provisorios.
- Se recomienda realizar estudios con termociclado que permite simular el comportamiento de estas a los diferentes movimientos y fuerzas de masticación.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Rayyan et al. Comparison of interim restorations fabricated by CAD/CAM with those fabricated manually The Journal of Prosthetic Dentistry. 2015. 114 (3); 414–419
2. Hendrick J et al. Occlusal Wear of Provisional Implant Supported Restorations. Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2015;17(1):179-185.
3. Takamizawa T, Barkmeier W, Tsujimoto A, Scheidel D, Erickson R, Latta M. Mechanical Properties and Simulated Wear of Provisional Resin Materials. Operative Dentistry. 2015;40(1): 1-11.
4. Muley B, Shaikh S, Tagore M, Khalikar A. Effect of Dietary Simulating Solvents on the Mechanical Properties of Provisional Restorative Materials-An In Vitro Study. J Indian Prosthodont Soc. 2014; 14(1): 98-105.
5. Savabi O, Nejatidanesh F, Fathi M, Navabi A, Savabi G. Evaluation of hardness and wear resistance of interim restorative materials. Dental Research Journal. March 2013; 10(2): 184-189.
6. Khanna G, Aparna I. Comparison of Microhardness of Three different Types of Acrylic Artificial Denture Teeth: An in vitro Study. Journal of orofacial Research. July-September 2013;3(3):181-185.
7. Jo, et al. Flexural strength and hardness of resins for interim fixed partial dentures. Indian Journal of Dental Research. 2011; 22(1): 71-76.
8. Hilgenberg et al. Evaluation of Surface Physical Properties of Acrylic Resins for Provisional Prosthesis. Materials Research. August 2008; 11 (3), 257-260.

9. Akova et al. Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials. *Dental Materials*. 2006. 22: 1130-1134.
10. Campanha et al. Effect of microwave sterilization and water storage on the Vickers hardness of acrylic resin denture teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2005;93:483-490.
11. Diaz-Arnold A, Dunne JT, Jones AH. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *J Prosthet Dent*. Nov 1999;82(5):525-8.
12. Vega del Barrio J. *Materiales en Odontología: Fundamentos Biológicos, Clínicos, Biofísicos y Físicoquímicos*. Ediciones Avance Médico Dentales. 1era Edición. 1996: 219-290.
13. Macchi R. *Materiales dentales. Fundamentos para su estudio* 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2007.34-35p.
14. Philips R. *La ciencia de los materiales dentales de Skinner*. 9na edición. México: Editorial Interamericana; 1993.pp516-518.
15. Soto J, López A. Comparación de cambios dimensionales en bases protésicas de acrílicos curados por calor y microondas. *Revista Odontológica Mexicana*. 2004;8(4); 10-16.
16. Kurzer M. Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas. *Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq [online]*. 2006: 6; 121-128.
17. Anusavice K. *Philips science of dental materials*. Elsevier Science. 11th ed. 2003: 140-160.
18. Rajaei N, Vojdani M, Adibi S. Effect of Food Simulating Agents on the Flexural Strength and Surface Hardness of Denture Base Acrylic Resins. *OHDM*. 2014; 13 (4): 1041-1047.

19. Duymus Z, Karaalioglu F, Suleyman F. Flexural Strength of Provisional Crown and Fixed Partial Denture Resins both with and without Reinforced Fiber. *Journal of Materials Science & Nanotechnology*. 2014;1(3):1-4.
20. Cao L, Zhao X, Gong X, Zhao S. An in vitro investigation of wear resistance and hardness of composite resins. *Int J Clin Exp Med* 2013;6(6):423-430.
21. Kamonwanon P. et al. Wear resistance of a modified polymethyl methacrylate artificial tooth compared to five commercially available artificial tooth materials. *The journal of prosthetic dentistry*. 2015;114(2):286-92.
22. Karaokutan I, Sayin G, Kara O. In vitro study of fracture strength of provisional crown materials. *J Adv Prosthodont* 2015;7:27-31
23. Kamble VD, Parkhedkar RD. In vitro comparative evaluation of the effect of two different fiber reinforcements on the fracture toughness of provisional restorative resins. *Indian J Dent Res*. 2012;23:140–4.
24. Huayhua E. Estudio comparativo in vitro de la Resistencia compresiva de resinas compuestas microhibridas y nanohibridas. [Tesis]. Lima. : Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Odontologia. 2013.
25. Nicodemo C, Rezende C, Moretti-Neto R, Rubo J. Micro-hardness of acrylic resin utilized for provisional crowns. *Braz Dent Sci*. 2013;16(2); 44-50.
26. Sen D. et al. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002;88(5); 527-532.
27. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Brackett SE. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. Quintessence Publishing Co. 3 ed. Chicago: 1997: pp. 225- 227.

28. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of provisional restorations' deficiencies: A literature review. J Esthet Restor Dent. 2012;24;26-38.
29. Rosentiel, Land, Fujimoto. Protesis Fija contemporanea. Elsevier Mosby. 2005.pp. 466-505.
30. Burns D. et al. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. The Journal of Prosthetic Dentistry.2003. 90 (5); 477-497
31. Aschheim K. Esthetic Dentistry:A Clinical Approach to Techniques and Materials. Elsevier. 3era Edicion. 2014: 197-230.
32. Prasad K, Shetty M, Alva H, Prasad A. Provisional restorations in prosthodontic rehabilitations - concepts, materials and techniques. NUJHS.2012; 2(2);72-77
33. Alt V, Hannig M, Wöstmann B, Balkenhol M. Fracture strength of temporary fixed partial dentures: CAD/CAM versus directly fabricated restorations. Dental Material. 2011; 27 (4): 339-347.
34. Perfil tecnico del producto Duralay. Acrylic Resin. Reliance. USA.
35. Perfil tecnico del producto Luxatemp Star. Bis acryl Resin. DMG. Germany.

X. ANEXOS

ANEXO 1: INFORME TÉCNICO DE LABOARTORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Mecánica N° 4

INFORME TECNICO
Lb4-1045-2016

ENSAYO DE MICRODUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS ACRÍLICAS

SOLICITANTE : **MICHAEL MELVIN, LAURA REMIGIO**

FECHA : Lima, 15 de Junio de 2016

1.	ANTECEDENTES	Se recibió treinta (30) muestras de resinas acrílicas con la finalidad de realizarles ensayos de microdureza superficial.
2.	DE LAS MUESTRAS	Se identificó según el Cliente, como: Treinta (30) muestras de resinas acrílicas usadas en provisorios, según los grupos: Grupo 1: Diez (10) resinas acrílicas Grupo 2: Diez (10) resinas acrílicas Grupo 3: Diez (10) resinas acrílicas TESIS : "ESTUDIO IN VITRO DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS ACRÍLICAS USADAS EN PROVISORIOS"
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	• Durómetro Vickers marca LEITZ (WETZLAR), Germany Mod. 626449
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	Medio Ambiente T. : 19 °C H.R. : 79 %



Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

■ Telefax: 381-3833 / 481-1070 Anexo 285 / 285 Email: laboratorio_4@uni.edu.pe

Pág. 1 de 1

**RESULTADOS****5.1 Ensayo de microdureza superficial en probetas del grupo 1**

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
1	16,37
2	15,50
3	14,86
4	14,40
5	14,31
6	14,07
7	20,87
8	14,33
9	14,07
10	14,25

5.

5.2 Ensayo de microdureza superficial en probetas del grupo 2

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
11	11,71
12	11,66
13	10,23
14	11,07
15	11,36
16	11,32
17	10,81
18	9,41
19	10,42
20	9,19





5.3 Ensayo de microdureza superficial en probetas del grupo 3

MUESTRA	MICRODUREZA PROMEDIO (HV)
21	16,44
22	16,74
23	16,44
24	16,37
25	16,12
26	16,93
27	17,08
28	19,47
29	19,86
30	19,34

* Código de autenticación : OIUT MYVV ULPJ ETJE


ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA
CIP. 74236
Jefe del Laboratorio de Mecánica

ANEXO 2: Informe de Temperatura y Humedad del SENAMHI.

Estación : VON HUMBOLDT , Tipo Automática - Meteorológica 2								
Departamento : LIMA			Provincia : LIMA			Distrito : LA MOLINA		Ir : 2016-06 ▼
Latitud : 12° 4' 55.63"			Longitud : 76° 56' 21.42"			Altitud : 246		
Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presión (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento
	Prom	Max	Min					
01-Jun-2016	636.16	4974.2	14	5965.29	-16266.8	388.25	-1621.23	244
02-Jun-2016	431.39	4974.2	16.1	3998.88	-10844.6	587.64	-1079.9	258
03-Jun-2016	224.24	4974.2	14.9	35.42	-999	903.75	-39.1	245
04-Jun-2016	388.53	4974.2	-999	-56.04	-2997	737.18	-122.86	-999
05-Jun-2016	17.75	22.7	15.1	79.17	0	985.21	2.43	227
06-Jun-2016	17.09	22.6	13	78.71	0	986.76	1.69	102
07-Jun-2016	16.25	21.5	12.8	84.21	0	987.75	1.2	65
08-Jun-2016	17.73	24.6	14.5	80.17	.1	987.24	1.69	232
09-Jun-2016	17.31	21.5	15.1	82.71	0	987.42	1.46	240
10-Jun-2016	17.65	22.8	14.4	81.58	0	988.01	1.53	252
11-Jun-2016	17.65	24	14.8	83.67	0	987.5	1.53	244
12-Jun-2016	17.93	23.7	14.5	80.92	0	987.93	1.67	270
13-Jun-2016	17.47	23.7	13.6	81.08	0	988.17	1.68	269
14-Jun-2016	17.93	23.8	13.1	81.17	0	987.87	1.81	253
15-Jun-2016	17.32	22.1	14.4	82.38	0	988.37	2.28	241
16-Jun-2016	17.9	22.2	15.7	79	0	987.3	2.15	228
17-Jun-2016	16.34	19.3	12.7	83.04	.1	986.99	1.51	235
18-Jun-2016	16.76	19.9	12.1	81.83	0	986.48	1.76	259
19-Jun-2016	17.4	21.3	13.6	79.58	0	986.9	1.63	22
20-Jun-2016	15.26	19.1	12.5	86.42	0	987.03	.8	
21-Jun-2016	14.85	17.5	11.4	88.92	.1	986.47	1	247
22-Jun-2016	15.61	16.9	14.8	88.38	.2	986.85	.96	237
23-Jun-2016	15.64	16.8	14.9	89	0	987.23	1.72	222
24-Jun-2016	16.59	21.2	14.7	82.5	.8	987.91	2.21	65
25-Jun-2016	16.69	21.6	12.9	80.58	0	985.92	2.81	255
26-Jun-2016	16.48	18.9	15.2	84.46	.1	985.88	1.62	212
27-Jun-2016	16.65	20.3	14.6	83.21	0	984.67	1.81	253
28-Jun-2016	16.42	20.8	15.4	85.83	0	984.76	1.8	238
29-Jun-2016	15.92	17.4	15.3	89.3	.4	985.03	1.29	225
30-Jun-2016	16.68	19.6	15.3	82.38	0	985.4	1.97	66

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

ANEXO 3: Fotografías de las resinas acrílicas.

Resinas de PMMA: Duralay, Vitalloy (Polvo)/Vitacryl(liquido)



Resina Bisacrilica Luxatemp Star y pistola dispensadora





ANEXO 4: Fotografías de la elaboración de las probetas.

Balanza Digital para el pesado del Polvo (Resina Acrilica de PMMA)



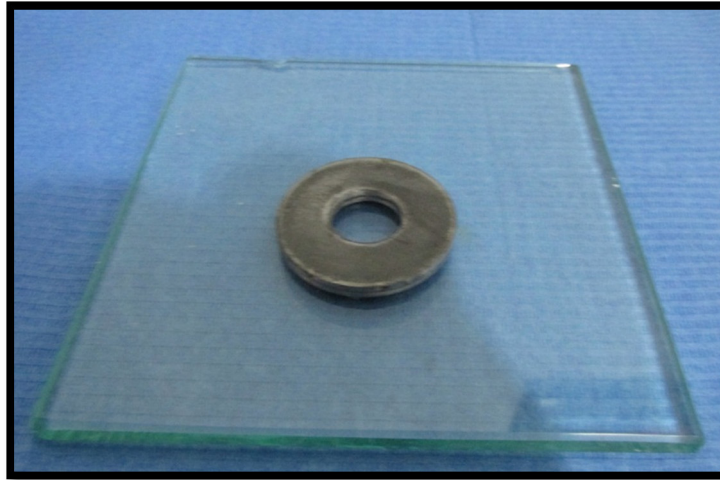
Peso del recipiente de 1gr



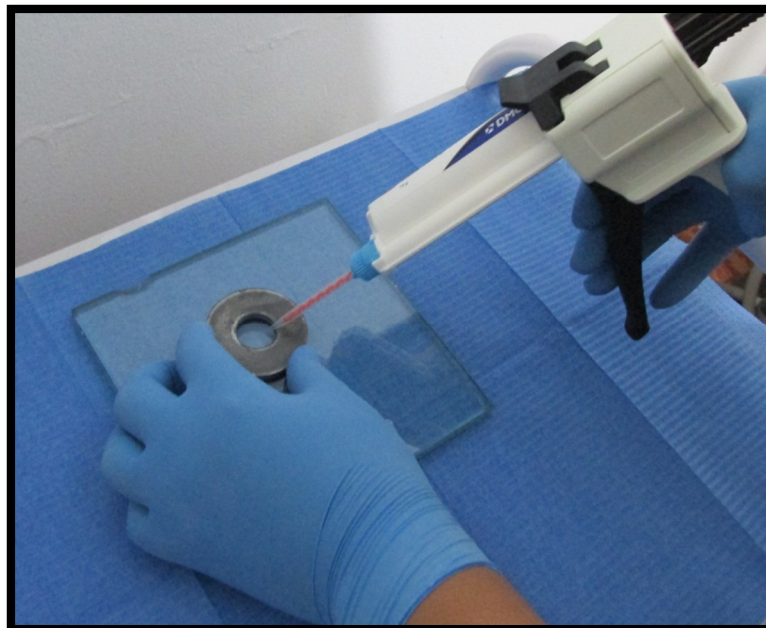
Peso de la Resina acrílica 6gr-1gr= 5gr (Polvo)



Molde de Metálico para la elaboración de probetas



Dispensado de la Resina Bisacrilica



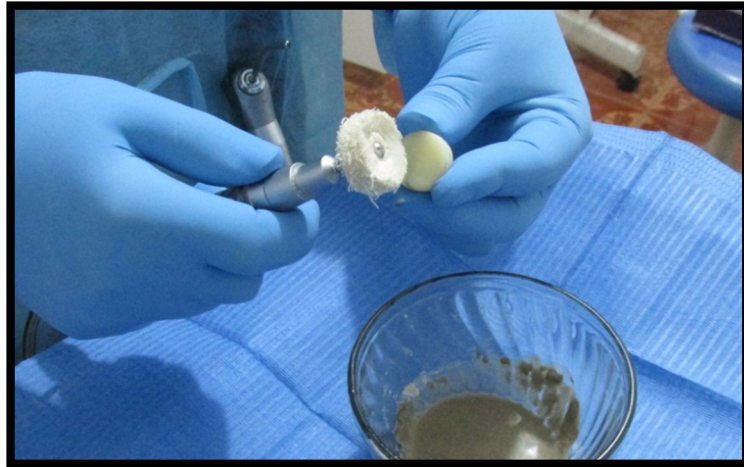
Fotografía de la probeta de resina elaborada



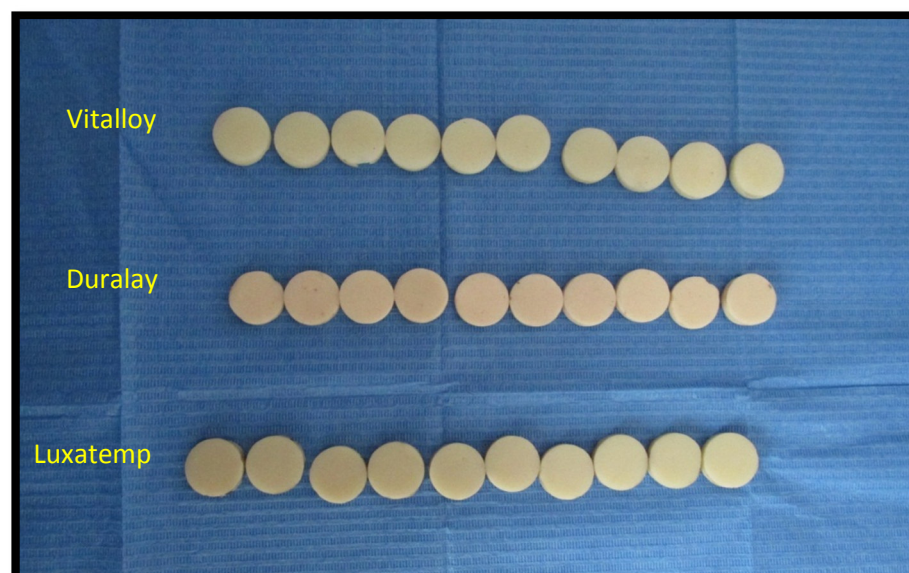
Materiales usados en el pulido de las probetas



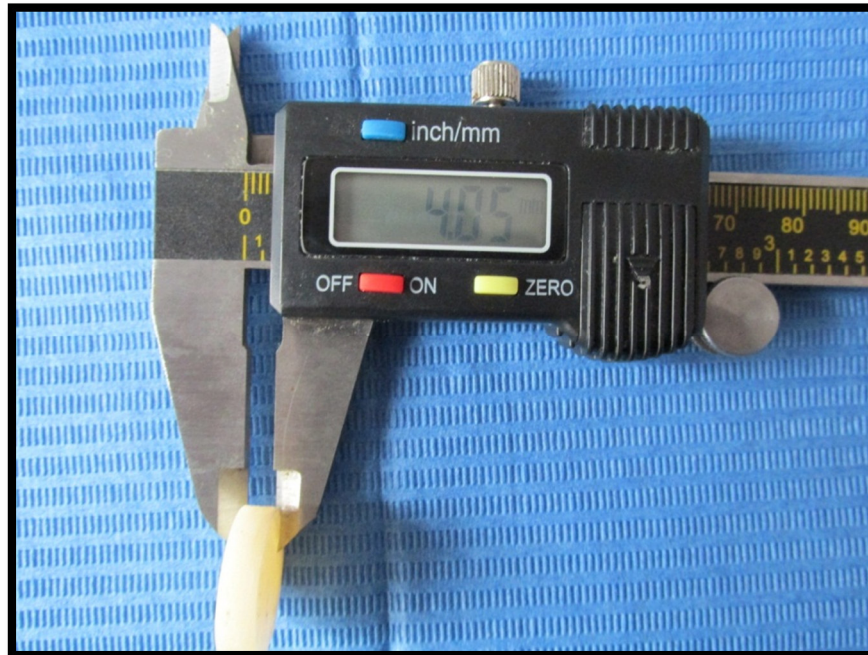
Pulido con piedra pómez y micromotor



Probetas elaboradas y pulidas



Medición de las probetas



Durometro Vickers

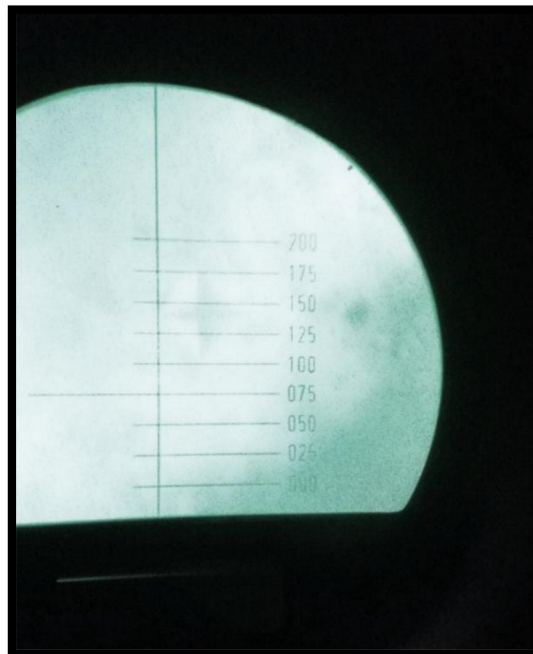
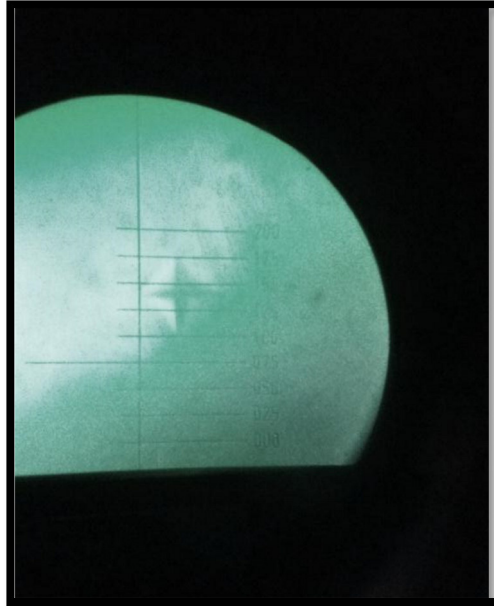


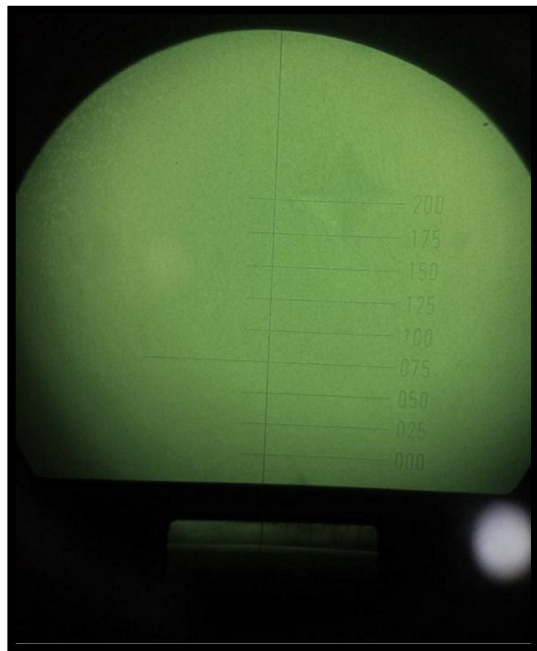
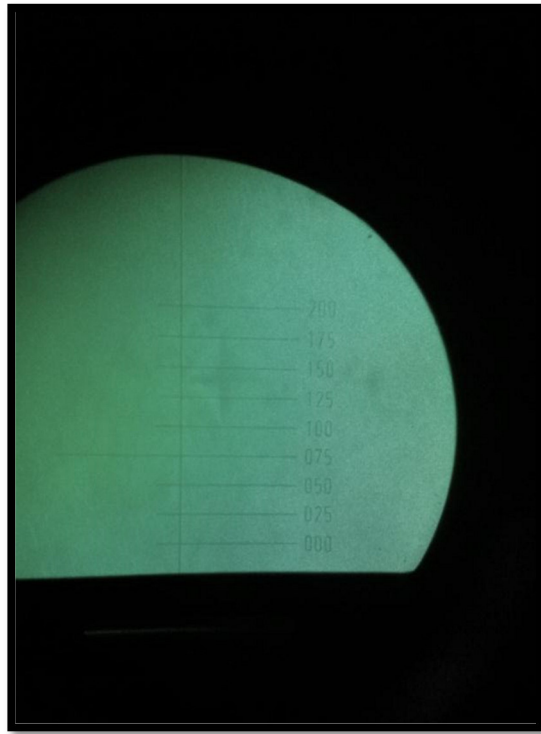
Pruebas de ensayo de Dureza Superficial





Microfotografía de las indentaciones al microscopio 40x





ANEXO 5: Estadísticos Descriptivos

Descriptivos				
	Resinas Acrílicas		Estadístico	Error estándar
Dureza Vickers	Vitalloy	Media	15,3030	,66049
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	13,8089 16,7971
		Media recortada al 5%	15,0622	
		Mediana	14,3650	
		Varianza	4,363	
		Desviación estándar	2,08866	
		Mínimo	14,07	
		Máximo	20,87	
		Rango	6,80	
		Rango intercuartil	1,51	
		Asimetría	2,532	,687
		Curtosis	6,787	1,334
	Duralay	Media	10,7180	,28188
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	10,0803 11,3557
		Media recortada al 5%	10,7478	
		Mediana	10,9400	
		Varianza	,795	
		Desviación estándar	,89138	
		Mínimo	9,19	
		Máximo	11,71	
		Rango	2,52	
		Rango intercuartil	1,41	
		Asimetría	-,708	,687
		Curtosis	-,704	1,334
	Luxatemp	Media	17,4790	,46355
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	16,4304 18,5276
		Media recortada al 5%	17,4222	
		Mediana	16,8350	
		Varianza	2,149	
		Desviación estándar	1,46587	

Mínimo	16,12	
Máximo	19,86	
Rango	3,74	
Rango intercuartil	2,95	
Asimetría	,930	,687
Curtosis	-1,148	1,334

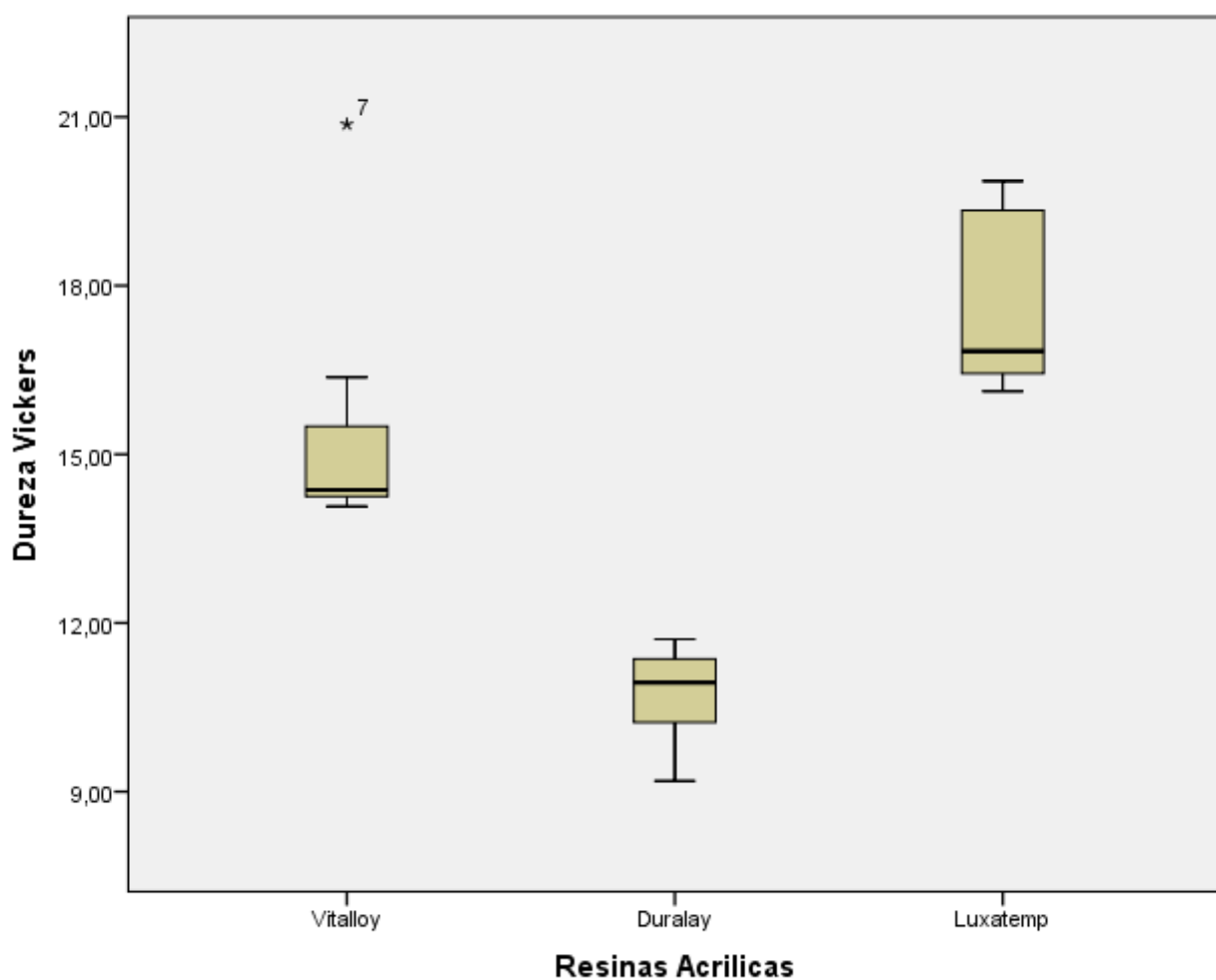
ANEXO 6: Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks

Pruebas de normalidad							
	Resinas Acrílicas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dureza Vickers	Vitalloy	,284	10	,022	,636	10	,000
	Duralay	,154	10	,200*	,909	10	,272
	Luxatemp	,307	10	,008	,776	10	,007

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

ANEXO 7: Diagrama de Cajas de las resinas acrílicas



ANEXO 8: Prueba de Kruskal Wallis

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos			
	Resinas Acrílicas	N	Rango promedio
Dureza Vickers	Vitalloy	10	16,65
	Duralay	10	5,50
	Luxatemp	10	24,35
	Total	30	

Estadísticos de prueba^{a,b}

	Dureza Vickers
Chi-cuadrado	23,195
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Resinas
Acrílicas

ANEXO 9: Prueba U de Mann-Whitney

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	Resinas acrílicas	N	Rango promedio	Suma de rangos
Dureza Superficial	Vitalloy	10	15,50	155,00
	Duralay	10	5,50	55,00
	Total	20		

Estadísticos de prueba^a

	Dureza Superficial
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	55,000
Z	-3,781
Sig. asintótica (bilateral)	,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

a. Variable de agrupación: Resinas acrílicas

b. No corregido para empates.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	Resinas acrilicas	N	Rango promedio	Suma de rangos
Dureza Superficial	Luxatemp	10	15,50	155,00
	Duralay	10	5,50	55,00
	Total	20		

Estadísticos de prueba^a

	Dureza Superficial
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	55,000
Z	-3,781
Sig. asintótica (bilateral)	,000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b

a. Variable de agrupación: Resinas acrilicas

b. No corregido para empates.

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	Resina	N	Rango promedio	Suma de rangos
Dureza	Luxatemp	10	14,35	143,50
	Vitalloy	10	6,65	66,50
	Total	20		

Estadísticos de prueba^a

	Dureza
U de Mann-Whitney	11,500
W de Wilcoxon	66,500
Z	-2,914
Sig. asintótica (bilateral)	,004
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,002 ^b

a. Variable de agrupación: Resina

b. No corregido para empates.